

# 8

## 細胞の構造とエネルギー代謝 —光合成のしくみ

2008 前期生物学(1) 倉田薫子

**Key words :** 炭酸同化, 光合成, 葉緑体, 光化学系, 電子伝達系, 光リン酸化,  
カルビン・ベンソン回路, 限定要因, 光補償点, 光飽和点, 光合成速度

### 1. 無機物から有機物を合成する

同化: 小さな分子から大きな分子をつくり, 自分の身体を構成する過程

炭酸同化: 植物が  $\text{CO}_2$  を取り込んで同化する = 光合成

全反応式:  $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{光エネルギー} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

### 2. 光合成のしくみ

光合成の発見

光合成はどこで行われているか

(1) チラコイドで起こる反応: 光化学系 電子伝達系 光リン酸化 光化学系

(2) ストロマで起こる反応: カルビン・ベンソン回路

### 3. 光合成の反応速度

光合成の限定要因 (ex. 水, 二酸化炭素, 光強度)

光合成速度と呼吸速度

### 4. その他の同化作用: 窒素同化 教科書 p.193 参照

教科書参考ページ:

p.184: 光合成発見の歴史

p.185-186: 光合成の場, 光合成色素

p.190: 光合成の反応過程

p.188: 光合成の速さと環境条件

<ここまでのチェックテスト> 解答は出席カードに

(1) 原核生物と真核生物に共通した構造はどれか.

a. 細胞膜 b. 核膜 c. ミトコンドリア

(2) 細胞の形の維持や変化のための構造は何か.

a. 細胞膜 b. 核 c. 細胞骨格

(3) 細胞を構成する多くの化合物の特徴は何か.

a. 窒素を含む b. 炭素を含む c. カルシウムを含む

- (4)細胞を構成する分子で一番量が多いものは何か。  
 a. 水 b. タンパク質 c. DNA
- (5)呼吸で排出される二酸化炭素はどの過程でできるのだろうか。  
 a. 解糖系 b. クエン酸回路 c. 電子伝達系
- (6)クエン酸回路の反応はどこで起こっているか。  
 a. 細胞質基質 b. ミトコンドリアのマトリクス c. ミトコンドリアの内膜
- (7)同じ物質量のグルコースから得られる ATP の物質量は好気呼吸と嫌気呼吸どちらが多いか。  
 a. 好気呼吸 b. 嫌気呼吸 c. 種によって違う
- (8)緑色植物は必要な有機物をどのように得ているか。  
 a. 全てを光合成で b. 半分を光合成, 半分を根から吸収 c. 2 割程度を光合成で, 残りは根から吸収
- (9)光合成の結果できる酸素は, 原料の CO<sub>2</sub> と水のどちらに由来する酸素だろうか。  
 a. 両方 b. 二酸化炭素 c. 水
- (10)緑色植物は昼も呼吸しているか。  
 a. している b. していない c. 種によって違う

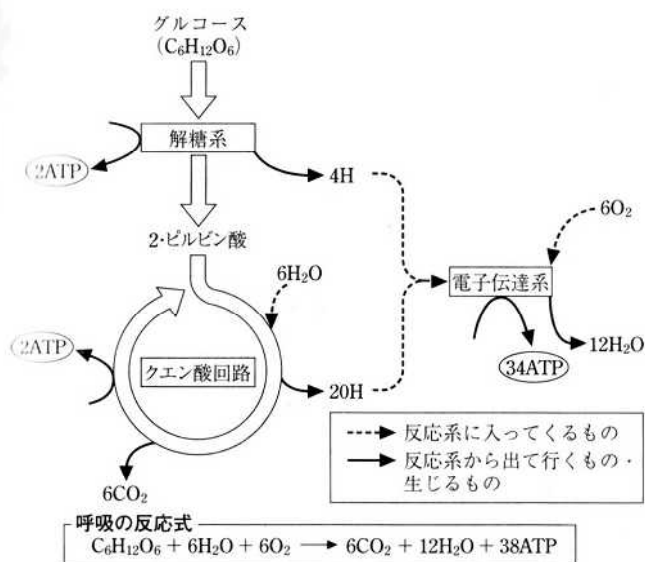


図 2-3-6 呼吸の流れ

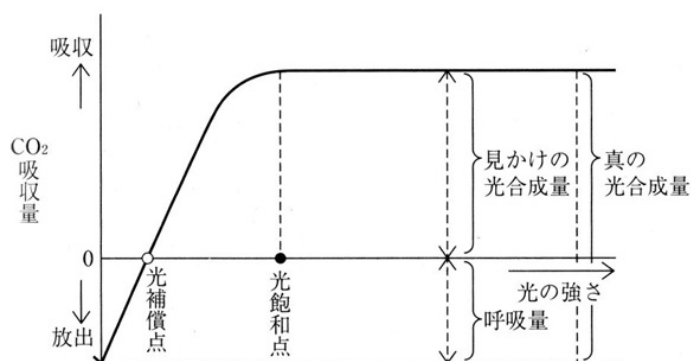


図 2-4-5 ライトカーブ

## 質問回答集 > 細胞の構造とエネルギー代謝—生命分子と呼吸のしくみ

\* ATP のリンはどこからくるのですか？ / ATP の結合を切るときにエネルギーは使わないのですか？ / ATP って常温で固体？液体？気体？どんな形とかしてるの？ / AMP から ADP になるのに必要な熱量はどれくらい？

最初の方で話したように、リンも必須栄養塩で食べ物(肉類)から摂取しています。 / 高エネルギーリン酸結合はもともと結合させるのにエネルギーを使っていてエネルギー準位が高いので、ATP よりもエネルギー準位の低い ADP になるのにはエネルギーは必要ありません。 / 固体で、体内では水溶液になっているはずですが、教科書 p.182 に結晶の写真が載っています。 / 約 27kJ くらいです。

\* 人を「ヒト」、脊椎を「セキツイ」とカタカナで書くのはなぜですか？

生物学用語として使用する場合、一般用語と区別して慣習としてカタカナで書きます。全ての種の名前もカタカナです。

\* なぜタンパク質がほとんどの細胞機能に必要なのですか？ C の手が 4 本だからといって、それを中心に考えなくても、O や N にも 2 本以上の手があるのだから

この質問は2つの事象を一緒にしてしまっています。1つは「タンパク質がなぜ細胞機能に必要なのか」ということですが、これは原始地球の海でアミノ酸が縮合重合してできる反応物がタンパク質で、それを使って多様な生物に進化してきたから現在でもタンパク質が生命活動のほとんどに使われているということです。2つ目は「なぜ炭素を中心に考えるのか」ということで、これは工学系の皆さんなら算数で100個の原子が並ぶ組み合わせの場合、2本の手と4本の手でできる組み合わせの数が圧倒的に4本の方が多いという計算ができるでしょう。

\* 水素伝達系で習った記憶があるのですが、名称が変わったのですか？

どちらも使います。伝達されるのは水素ではなくて電子なので、電子伝達系の方が一般的なようです。

\* そろそろテスト対策をしようと思うのですが、こういった形式で出されるのですか？

10問中5問程度を選択して記述してもらおうような方法を考えています。内容については、チェックテストでカバーしている範囲だと思っていてください。

\* クローンは長生きできないと聞きました。それは細胞分裂できる回数に限られているからそうですが、それは本当ですか？本当なら、なぜ限られているのですか？/哺乳類の一生にうつ脈の数は同じで、死ぬまでに感じる生物時間は同じと聞いたのですが、それはなぜですか？

染色体の構造的な欠陥のために、正常な細胞分裂が行われなくなるというのが定説です。/「ゾウの時間ネズミの時間」という本が出ていますね。小さな動物ほど体温を維持し続けるために脈拍を速くして熱を運び、決まった脈拍数で死ぬから短命であると書かれています。なぜかはわかっていないのではないのでしょうか。

\* 好気呼吸と嫌気呼吸の比率は生物によって異なるのか？—もちろんです。全く好気呼吸をしない生物もいます。

\* 好気呼吸と内呼吸は同じ意味と考えてよいのですか？—外呼吸で取り入れた酸素を内呼吸で使うので、内呼吸と外呼吸を併せて好気呼吸になります。

\* 人間がミトコンドリアを作る技術がくると思いませんか？—どうでしょう？エンジニアの卵である皆さん次第、、なのでしょう。生物は他にも技術では真似のできないものを沢山作っています。

\* 呼吸は今まで外呼吸の概念しか知りませんでした。光合成も  $O_2CO_2$  の関係とエネルギーを作り出す形とかで分類されるのか？

光合成も段階はたくさんありますが一連の反応なので分類はしていません。光合成を炭酸同化、窒素を固定するのを窒素同化、など物質ごとに反応系が変わります。

\* 頭痛の多くが水分不足に起因すると言っていました。水を飲んでも収まらない場合、どれ位を目安に薬を飲むことが望ましいのでしょうか？口から取り入れた水はどれくらいで脳に達するのですか？

20-30分くらいで収まらないようなら薬を飲むといいと思います。ただ薬というのはあくまでも出ている症状を抑えるだけなので、根本的な解決にはなっていません。まずは休むことをお勧めします。口から取り入れた水は、主に小腸で吸収されます。水の場合、消化しなくてもいいので早く届きます。水が脳に回るといよりは、水分不足で体液が濃くなって粘性が高くなるので流れにくくなる、それを水で薄めて正常な粘性に戻すことをやっています。

\* リンゴ酸で歯が白くなるのはなぜですか？—たぶん酸で溶かしているのでしょうか。

\* 酒の強い、弱いにアルコール発酵は関係あるのですか？酒を造るのには当然アルコール発酵が関係しますが、強い弱いは単に濃度の問題だと思います。

\* アミノサブリジュースはライチの味がするが、ライチはアミノ酸が多いのですか？—鼻をつまんで飲んでみてください。ライチの味でしょうか？風邪を引くと味がわからなくなりますが、あれは嗅覚が落ちるからです。ほとんどの飲料には香料で匂いがついていて、それを果物の味と錯覚している人が多いです。化学の先生は、ピーチティーやアップルティーの紙パック飲料を、「化学物質の味がする」といっています。

\* エネルギー効率40%はどれくらい効率的なのですか？講義の中でも言いましたが、最先端の火力発電のエネルギー

—効率が40%前半です。これをどれくらいか判断するのは自由です。

\* どうして呼吸をしないと苦しいんでしょう？—細胞呼吸のために酸素が必要だからです。

\* ミトコンドリアは3段階の呼吸をしているが、人間にも何段階があるんですか？ ミトコンドリアの呼吸は人間も含む生物の呼吸です。

\*  $O_2 + C$   $CO_2$ の時にここで酸素は使われないとってましたが、じゃあこの結合した  $O_2$  はなーにー？ 勘違いだと思います。こんな反応の話は呼吸の中ではしていません。呼吸で吐き出す二酸化炭素は食べ物由来なので、直接炭素と反応しているのではないと言いました。

\* 昔ミトコンドリアが自然発火すると言う映画を見たことがあるが、そんなことありえるんですか？ 映画は映画です。

\* 細胞が呼吸をするのはなぜですか？ 講義の内容をはじめから理解していない質問ですね。生命活動に必要なエネルギーを作るといいませんか？

来週は休講にします(木曜:6/19, 火曜:6/24)

チェックテスト解答 a c b a b b a a c a

-----  
光合成のしくみ(メモ)

