

本科 0 期 2 月度

解答

Z会東大進学教室

医学部生物

難関大生物／難関大生物 T



4章 細胞・タンパク質④

問題

■演習

【1】

解答

問1 ⑥

問2 ②, ④

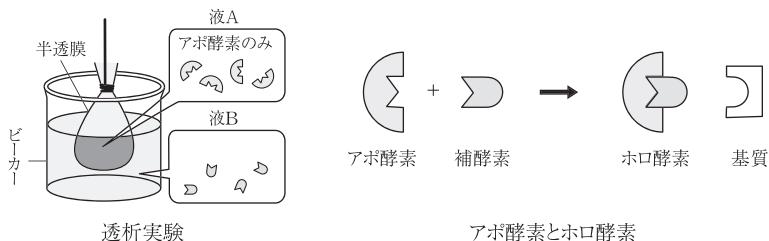
問3 ⑤

解説

問1 酵素と結合する低分子の有機化合物や金属イオンを、補助因子という。その中で、低分子の有機物(タンパク質以外)をとくに補酵素という。補酵素は酵素本体とは違い、熱に強いという特徴がある。具体的な補酵素の例を示す。他にも、ビタミンB1やB2などのビタミンB群も補酵素としてはたらいている。

NAD ⁺	ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド(Nicotinamide Adenine DiNucleotide)。脱水素酵素の補酵素。発酵、呼吸における電子受容体として働く。
NADP ⁺	ニコチンアミドアデニンジヌクレオチドリン酸(Nicotinamide Adenine DiNucleotide Phosphate)。脱水素酵素の補酵素。光合成における電子受容体として働く。
FAD	フラビンアデニンジヌクレオチド(Flavin Adenine DiNucleotide)。脱水素酵素の補酵素。呼吸における電子受容体として働く。
CoA	補酵素A(CoEnzymeA)。アシル基転移酵素の補酵素。CoAがアセチル化されたアセチル CoAは、ケン酸回路の基質として重要である。

問2 半透膜を用いて透析を行うと、セロハン袋内には分子量の大きいアポ酵素が残り、外側のビーカー内に補酵素が含まれるようになる。



よって、溶液A：アポ酵素、溶液B：補酵素が含まれている。アルコール発酵が起こるためには、アポ酵素と補酵素が結合したホロ酵素となる必要がある。よって、溶液Aと溶液Bを混ぜた実験4ではアルコール発酵が起きている。

実験5では溶液B+溶液C、実験6では溶液A+溶液Cとなっている。実験6ではアルコール発酵が起こっていることから、溶液Cに補酵素が含まれていることがわかる。しかし、実験3で溶液Cのみを用いるとアルコール発酵は起こっていないので、アポ酵素は含まれていないことがわかる。

選択肢はそれぞれ①変性したアポ酵素、②補酵素、③アポ酵素と補酵素、④補酵素が含まれている。④では煮沸しているものの、補酵素は熱に強いのでそのままの形で残っている。しかし、アポ酵素は熱変性している。以上より、アポ酵素がなく、補酵素があるのは②と④である。

問3 アポ酵素と補酵素が透析によって離れることがわかるのは、実験1と実験2である。実験3は補酵素が熱に強いことを示す実験であるので、結合の強弱はわからない。したがって、選択肢から実験1、2を含み実験3を含まないものを選ぶと、⑤となる。なお、実験4はアポ酵素と補酵素の結合は比較的容易で、かつアポ酵素と補酵素が離れた後も正常な機能をもつことを示す実験である。

【2】

解答

- A 問1 アーブナー イ－活性部位 ウ－失活 エ－フィードバック
問2 総称：補酵素
具体例：NAD, FAD, ビタミンB₁, ビタミンB₂ などから2つ
問3 高温, 最適pHから大きく外れるようなpH
問4 必要な物質を必要なときに必要な量だけを合成することで、無駄を防ぐことができる。
- B 問5 ア－アミラーゼ イ－トリプシン ウ－リパーゼ
エ－脱水素酵素(デヒドロゲナーゼ) オ－カタラーゼ カ－グルコース
キ－タンパク質 ク－フマル酸 ケ－二酸化炭素(あるいはカルボキシ基)
コ－アミノ酸

解説

- A タンパク質や酵素の基礎事項の確認問題である。
- 問1 ア：人名については、ノーベル賞を受賞するくらいの大きな発見をした学者については覚えておきたい。ブナーは1907年に、酵母での発酵の研究に関して、ノーベル化学賞を受賞している。
- イ：酵素と基質の結合部位を、活性部位という。タンパク質は立体構造をとるので、基質と酵素がカギと鍵穴のようにぴったりと収まれば、酵素基質複合体となり反応が起ころる。
- ウ：活性を失うことを、失活という。
- エ：フィードバックは、生体内での物質合成において、いろいろな反応でみられる。
- 問2 酵素と結合する低分子の有機化合物や金属イオンを、補助因子という。酵素の中には、補助因子と結合しないと活性化しないものがある。補助因子のうち、とくに低分子の有機化合物を補酵素という。
- 問3 無機触媒と異なり、酵素には最適温度と最適pHがある。
- ・最適温度…酵素の反応速度が最も大きくなる温度。ふつう30～40℃。
 - ・最適pH…酵素の反応速度が最も大きくなるpH。多くの酵素ではpH6～8。
- 問4 たとえば、A→B→C→Dの順で反応が起こり、Dという物質がつくられるとする。Dの物質が十分量合成されたならば、C→Dの反応を止めればよい。しかし、それではBやCが無駄になってしまう。体内では、原材料となる物質は限られており、それをさまざまな酵素によって何段階も経ていろいろな物質を合成している。よって、Aは他の反応でも必要とされることも多く、BやCを無駄につくってしまうのは、単純にもったいない。また、そのために必要としたエネルギーなども無駄となる。そこで、一連の反応の最初の段階(A→B)を止めれば、無駄を防ぐことができる。それには、最終生成物であるD(またはDの誘導体)が直接、反応を抑制すればよい。こうした反応を、フィードバックという。フィードバックによって、一連の反応が抑制される場合を負のフィードバック、促進される場合を正のフィードバックという。

B 酵素の種類と反応系に関する問題である。

問5 代表的な酵素とその作用は以下の表のようである。

加水分解酵素	炭水化物分解酵素	アミラーゼ	アミロースを分解する
		マルターゼ	マルトースを分解する
		セルラーゼ	セルロースを分解する
	タンパク質分解酵素	ペプシン	タンパク質をポリペプチドまで分解する
		トリプシン	タンパク質をポリペプチドまで分解する
		ペプチダーゼ	ペプチドをアミノ酸に分解する
	脂質分解酵素	リバーゼ	脂肪を脂肪酸とモノグリセリドに分解する
	ATP 分解酵素	ATP アーゼ	ATP を ADP とリン酸に分解する
酸化還元酵素	脱水素酵素(デヒドロゲナーゼ)	基質から水素を除去する	
	酸化酵素(オキシダーゼ)	脱水素した水素と酸素を結合する	
	過酸化水素分解酵素(カタラーゼ)	過酸化水素を水と酸素に分解する	
脱離酵素	脱炭酸酵素(デカルボキシラーゼ)	基質から二酸化炭素を離脱する	
転移酵素	アミノ基転移酵素 (トランスアミナーゼ)	アミノ酸からアミノ基を取り、他の物質(有機酸など)に転移する	

添削課題

解答

問1 アータンパク質 イジスルフィド ウ活性部位 エ基質特異性
オ補酵素

問2 ペプシンが作用する胃は塩酸によってpHがおよそ2、トリプシンが作用する十二指腸はpHがおよそ8である。酵素の作用する場所と最適pHが合うようになっている。(77字)

- 問3 (1) (a)-酵素4 (b)-酵素2 (c)-酵素1 (d)-酵素3
(2) 50°Cでの変性は40°Cにすると元に戻ることができたが、60°Cでの変性は元に戻れなかった。(44字)
(3) 酵素の立体構造は、ジスルフィド結合や水素結合などいろいろな化学結合による。酵素によって、こうした化学結合の数や場所などが異なるため、温度の耐性も異なる。(76字)
(4) アロステリック酵素は、活性部位とは異なるアロステリック部位をもつ。物質Cの濃度が高くなると、酵素1のアロステリック部位に結合する物質Cが増える。そのため、酵素1の立体構造が変化し活性が低下するので、物質A→物質Bの反応が抑制される。(116字)

解説

問1 ア：酵素の本体はタンパク質である。

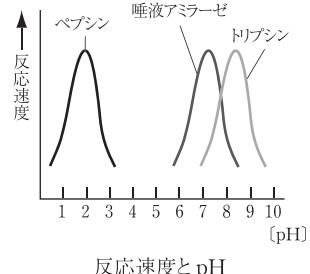
イ：側鎖に硫黄を含むシステインというアミノ酸では、硫黄どうしが結合したジスルフィド結合が形成される。

ウ：酵素と基質が結合する部位を、活性部位という。立体構造の形にぴったりはまれば作用が起こるので、鍵と鍵穴の関係に例えられる。

エ：活性部位の特性上、決まった基質としか酵素は結合できない。これを基質特異性といいう。

オ：酵素には、タンパク質からなる本体部分以外に、低分子の有機化合物や金属イオンを必要とするものがある。そうしたタンパク質以外の物質を補助因子という。そのうちでも、とくに低分子の有機化合物で酵素本体(アポ酵素)との結合がゆるいものを、補酵素という。

問2 酵素には最適pHがある。多くはpH7付近であるが、ペプシンやトリプシンなどははたらく場所の条件に合わせたpHで最大活性をもつ。



問3

- (1) 55℃で活性をもつのは、グラフ(c)である。物質Bが生じているので、物質A→物質Bの反応が起こっていることより、酵素1とわかる。30℃での活性は、グラフ(d)：グラフ(a)=2:1となっている。これより、グラフ(d)が物質C→物質Dを触媒する酵素3、グラフ(a)が物質C→物質Eを触媒する酵素4とわかる。残りグラフ(b)が酵素2となる。
- (2) タンパク質は熱によって変性するが、最適温度から大きく外れていなければその変性は可逆的(元に戻る)である。
- (3) 酵素と一言で言っても、その種類は非常に多く多様性に富む。たとえば、海底の熱水噴出孔のような高温のところでも生活できる細菌がいる。そうした細菌がもつ酵素は、高温下でも変性することなく作用できる(遺伝子工学ではこうした酵素を利用している)。
- (4) 基質が結合する活性部位とは異なる部位に、基質以外の物質が結合する部位(アロステリック部位)をもつ酵素を、アロステリック酵素という。

5章 代謝①

問題

■演習

【1】

解答

問1 アー物質 イー異化 ウー減少 エー増加 オー化学合成

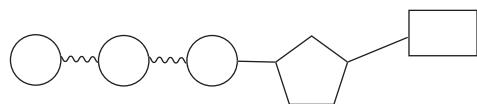
カー独立栄養

問2 (1) アデノシン三リン酸

(2) (右図)

(3) 高エネルギーリン酸結合

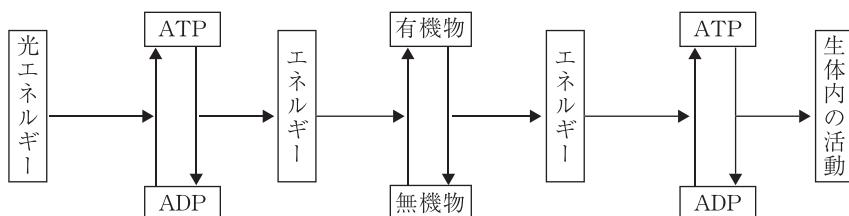
(4) 筋収縮、能動輸送など



問3 (1) キー酸素 クー水素 ケー失う

(2) NAD, FAD, NADP から2つ

問4 下図



解説

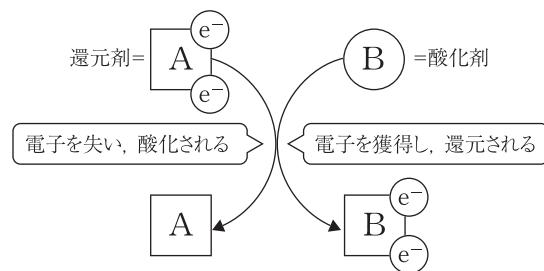
問1 ア：代謝とは、生体内で起こるさまざまな化学反応のことである。物質代謝は、単純な物質から複雑な物質を合成する同化と、複雑な物質を単純な物質へと分解する異化に大別される。

ウ、エ：エネルギーは「仕事をする能力」と定義されるが、代謝を考える上では、「物質に変化をもたらす能力」と捉えるとよい。たとえば、 $A \rightleftharpoons B$ という可逆反応で、AよりもBの方がもっているエネルギーが小さければ、Aの方がBよりも変化をもたらす能力が高い、ということである。よって、このエネルギーが減少する方向へは起こりやすい。それに対し、 $A \leftarrow B$ は能力が低い方から高い方へなので、外からエネルギーを取り入れなければ進まない。

問2 ATPはアデノシン三リン酸の略で、糖(リボース)にアデニンという塩基と、リン酸が3個結合した物質である。リン酸とリン酸の結合部位にエネルギーが蓄えられており、これを高エネルギーリン酸結合という。ATPが分解されると、端のリン酸が1個外れたADP(アデノシン二リン酸)になる。さらに、もう1個リン酸がとれると、AMP(アデノシン一リン酸)になる。

問1の解説にあるように、エネルギーが減少する方向へ進む方が進みやすいが、生体内ではエネルギーが増加する方向へ進まなければならないこともある。アミノ酸からタンパク質を合成する、二酸化炭素と水から炭水化物を合成する、筋肉を収縮させる、濃度差に逆らった物質輸送を行う、などはエネルギーを必要とする。このエネルギー源にATPの分解で放出されるエネルギーを用いる。

問3 (1) 酸化還元反応は、電子の受け渡しで考えるとよい。電子を受け取る反応を還元、電子を失う反応を酸化という。また、水素原子の受け渡しでも電子の移動が伴う($H=H^++e^-$)ので、電子を受け取る = 水素を受け取る = 還元される、電子を失う = 水素を失う = 酸化される、となる。



酸化と還元は同時に起こる。上図でAは酸化されると同時に、Bを還元している。また、Bは還元されると同時に、Aを酸化している。

(2) 呼吸ではNADとFADが、光合成ではNADPが補酵素としてかかわっている。

問4 生態系のなかに入ってくるエネルギーは、まず太陽の光エネルギーである。この光エネルギーを化学エネルギーに変換し、無機物から有機物を合成しているのが独立栄養生物である。図で、[有機物] \longleftrightarrow [無機物]の左向きが同化を、右向きが異化を表している。

【2】

解答

問1 a-同化 b-異化 c-ATP d-独立栄養 e-従属栄養

f, g-アクチン, ミオシン

問2 (1), (2), (3)

問3 コハク酸脱水素酵素の活性部位にXが結合し、基質であるコハク酸と酵素基質複合体になるのを阻害したため。(50字)

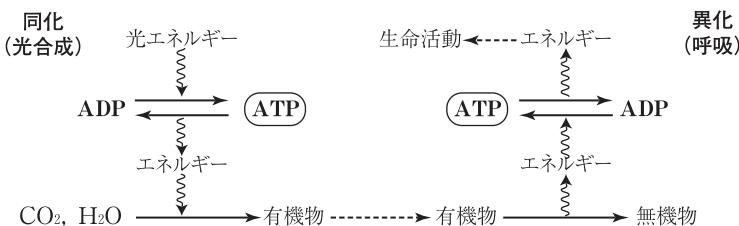
問4 光を吸収するクロロフィルaがとくに吸収する波長が400nm～500nmと650nm～700nmであるから。

問5 反応系：電子伝達系

物質：水

解説

問1 a, b: 物質代謝は、単純な物質から複雑な物質を合成する同化と、複雑な物質を単純な物質へと分解する異化に大別される。このとき、エネルギーの出入りも起こり、同化ではエネルギーを吸収し、異化ではエネルギーを放出する。

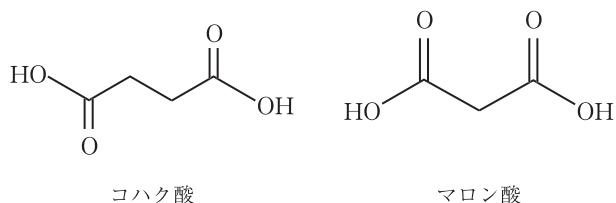


c: ATPはアデノシン三リン酸の略で、生体内でエネルギーを蓄えている物質である。ATPの化学エネルギーを利用して、熱エネルギーや光エネルギーなどいろいろなエネルギーに変換している。

d, e: 無機物から有機物を合成し、他の生物を捕食しないでも生育できる生物を、独立栄養生物という。陸上植物や藻類などの他、一部の細菌類が該当する。反対に、他の生物を捕食して生育する生物を、従属栄養生物という。動物や菌類、多くの細菌類が該当する。

- 問2 (1) 原核生物はすべて单細胞生物であるが、真核生物は单細胞と多細胞の両方がある。
ゾウリムシやミドリムシ、アメーバは真核生物で单細胞である。
- (2) シアノバクテリアが光合成を行うことは正しいが、葉緑体はもっていないので誤りである。シアノバクテリアも光合成色素をもつが、葉緑体のような膜でできた細胞小器官はもっていない。チラコイドは細胞質中にある。
- (3) 酸素を用いた呼吸は、ミトコンドリアをもつ細胞で起こる。赤血球のようにミトコンドリアのない細胞では、酸素を用いない解糖系でATPを合成している。また、筋肉の細胞はミトコンドリアをもつが、解糖という酸素を用いない反応系でもATPを合成している。

問3 競争阻害であることを説明する。コハク酸とその阻害剤であるマロン酸は、構造が似ている。



問4 クロロフィルaは藻類、陸上植物など光合成を行う真核生物がもつ光合成色素である。また、クロロフィルbは緑藻類と陸上植物がもつ。両者とも、400nm～500nm(紫～青)と650nm～700nm(赤)の波長の光をよく吸収する。500nm～600nmあたりの光は吸収せずに反射する。この付近は緑色～黄色なので、葉は緑色に見える。

問5 呼吸では、有機物を水と二酸化炭素に分解する。呼吸の過程は何段階も経て行われ、その過程で脱水素酵素によって水素が集められ、電子伝達系へ送られる。この水素と酸素が結合して、水ができる。

添削課題

解答

問1 (右図)

問2 先端や基部：B

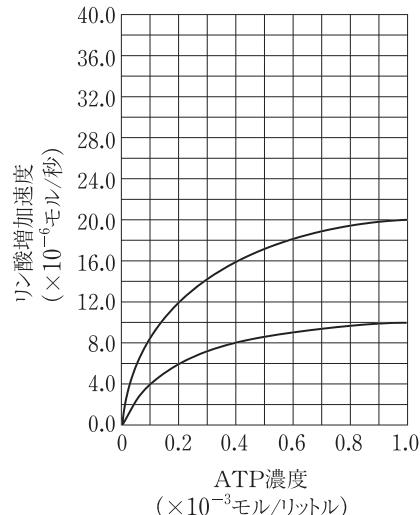
核付近：A

問3 図2のグラフより、CのみではATP濃度に
関係なくリン酸は増加していない。しかし、Aと
Bに加えるとそれぞれ単独のときよりリン酸の増
加速度が上昇しているので、CはAとBのATP
分解を促進させる。

問4 基質であるATPが十分に多いので、すべて
のBがATPと結合した状態になるので、それ以
上はリン酸増加速度が上がらない。

問5 ATPの分子数：12

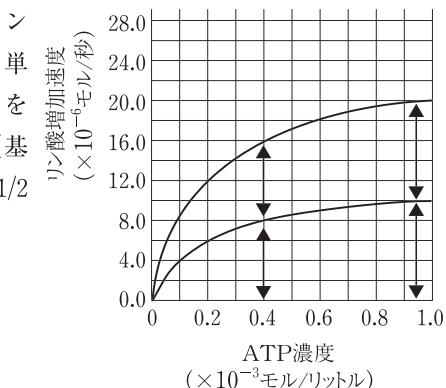
移動距離： 8×10^{-9} m



解説

問1 問題にタンパク質Aに酵素活性があることは、文章として書かれてはいない。しかし、実験2において、ATPとタンパク質Aを混合した反応液中のリン酸量が増加したことから、タンパク質AがATPを分解し $ATP \rightarrow ADP + Pi$ の反応が起きたとわかる。よって、タンパク質AはATP分解酵素としての活性があるとわかる。タンパク質Bも同様である。

以上より、タンパク質Aを酵素と考えると、リン酸は反応生成物である。酵素濃度が半分になれば、単位時間あたりの反応生成物量も半分になる。グラフをかくときの注意点としては、いずれのATP濃度(基質濃度)でも、図にもともと示されているグラフの1/2のリン酸増加量になるよう、点をうつことである。



問2 表1より、野生型では小胞は全体に分布しているが、変異型IとIIでは全体には分布してなく特定の部位に蓄積している。タンパク質Aのみある変異型Iでは小胞は核付近に蓄積しているので、核付近へと運ぶモータータンパク質はタンパク質Aとわかる。同様に、タンパク質Bは先端や基部に運ぶモータータンパク質である。

問3 図2をみると、タンパク質A, Bとは異なり、タンパク質C単独ではリン酸が増加していないことがわかる。つまり、タンパク質CにはATP分解酵素活性がない。しかし、タンパク質A, Bとともに単独のときよりもタンパク質Cを過剰に与えたときの方が、リン酸増加速度が大きく上昇していくことがわかる。これよりタンパク質Cはタンパク質A, BのATP分解酵素活性を促進するはたらきをもつと考えられる。

問4 酵素濃度に対して、基質濃度が十分高いときについて説明する。

問5 実験2は、タンパク質Bが 2.0×10^{-6} モルのとき、1秒あたり何モルのATPを分解したかを調べたものと捉えられる。反応液1Lでその中にATPが 1.00×10^{-3} モル含まれているとき(図2のグラフで横軸が1.00), 1秒でATPは 24.0×10^{-6} モル分解されたことがわかる。1モルは 6.02×10^{23} 分子なので、タンパク質Bが $2.0 \times 10^{-6} \times 6.02 \times 10^{23}$ 分子では、ATPを $24.0 \times 10^{-6} \times 6.02 \times 10^{23}$ 分子分解したことになる。よって、タンパク質B1分子では、

$$\frac{24.0 \times 10^{-6} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 分子}}{2.0 \times 10^{-6} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 分子}} = 12 \text{ 分子}$$

1秒で12分子のATPを分解している。

図3より、タンパク質B1分子では0.5秒で6ステップ進むことがわかる。タンパク質B1分子では1秒間に12分子のATPを分解しているので、0.5秒では6分子のATPを分解している。これより、6分子のATPで6ステップ進む、つまり1分子のATPで1ステップ進むことがわかる。6ステップでおよそ $48 \times 10^{-9} \text{ m}$ 変位したので、1ステップでは $8 \times 10^{-9} \text{ m}$ 変位したことになる。

6章 代謝②

問題

■演習

【1】

解答

問1 ア-① イ-⑥

問2 ウ-② エ-⑦

問3 ②

問4 ①

問5 ⑨

問6 ①

問7 ⑧

解説

光合成の研究は、古くから行われてきた。その一部を示す。

紀元前4世紀：アリストテレス

植物は成長に必要な物質をすべて土の中から取り入れている。

17世紀：ファン ヘルモン

鉢に植えたヤナギを水だけで5年間育てると、ヤナギの重さは30倍以上になったが土の重さはほとんど変わらなかった。

→植物の成長は水による。

18世紀：プリーストリー

密閉容器に植物を入れて光を当てると、ろうそくの火は燃え続ける。同様に、植物とネズミを入れると、ネズミは生きていられる。

→燃焼や動物の呼吸に必要な気体を植物がつくる。

18世紀：インゲンホウス

暗黒の中では、プリーストリーらが示したような結果とはならないことから、光が必要であることを示した。また、そのはたらきは緑色の部分だけにみられ、気体が発生することを明らかにした。

→植物が酸素を発生するには光が必要であることを示した最初の実験。

19世紀：ソシュール

光合成では二酸化炭素が取り込まれ、植物の炭素量が増加することを示した。

19世紀：ザックス

植物(葉)に光を当てると、デンプンが合成されることを示した。

19世紀：エンゲルマン

プリズムで分光した光をアオミドロにあてると、赤色光と青色光のところに好気性細菌が集まった。

→赤色光と青色光が光合成に利用された結果、酸素を放出した。

20世紀：ヒル

葉の懸濁液に酸化剤を加えて光をあてると、二酸化炭素がなくても酸素が発生する。

→光合成では水を分解して酸素を発生する。

→のちに、ルーベンが放射性同位体を用いて直接証明した。

20世紀：カルビン、ベンソン

炭素の放射性同位体を用い、取り込まれた炭素がどのような物質に変化していくのかを調べ、回路反応を解明した。

問1 ヒルは酸化剤(電子を受け取りやすい物質)として、シュウ酸鉄を用いた。

問2 チラコイド膜上には、光化学系とよばれる反応系や、電子伝達系、ATP合成酵素などさまざまなタンパク質や有機物が埋まっている。

問3 光化学系はIとIIの2つある。ちなみに、この番号は発見順である。

問4 カルビン・ベンソン回路の中間代謝物であるPGA(ホスホグリセリン酸)は、ATPとNADPHの還元力によって、GAP(グリセルアルデヒドリン酸)になる。

問5 A：緑色の光は吸収せずに反射する。よって、葉は緑色に見える。

B：光の強さが強くなりすぎると、光化学系に損傷を与えててしまう。これを光阻害という。

D：属性とは、光のあたる向きに植物が反応する植物の性質のこと、光の性質ではない。

問6 Aはアオカビ、Bはアメーバ、Cはクラミドモナス、Dはミドリムシ、Eはボルボックス(オオヒゲマワリ)である。

問7 C：吸収した二酸化炭素と最初に結合するのは炭素数5のリブロースビスリン酸である。

D：CO₂が与えられなければ、リブロースビスリン酸からホスホグリセリン酸への反応は進まない。

【2】

解答

- 問1 (1) A-b B-a C-d D-c
(2) ①-a ②-a ③-c ④-a

- 問2 (1) a- カロテン b- クロロフィル a c- クロロフィル b
(2) いろいろな波長の光を吸収して光合成に利用できるため、生育できる環境も多くなる。(39字)

- 問3 (1) 葉緑体の部分に白色光が照射されると、光合成によって酸素が発生する。(33字)
(2) 緑色光よりも赤色光の方がより吸収され、光合成で利用される。(29字)

解説

- 問1 (1) クロロフィルを含む小胞をチラコイドといい、チラコイドが重なってグラナを形成している。葉緑体の外側は二重膜であり、基質部分のストロマを囲んでいる。
(2) ①: ATP の合成は、チラコイドの膜に埋まっている電子伝達系のタンパク質が H^+ の濃度勾配をつくることで、ATP 合成酵素によって行われる。
②: 水の分解は光化学系Ⅱで行われる。光化学系と電子伝達系、ATP 合成酵素は同じチラコイド膜にある。
③: カルビン・ベンソン回路は、反応を触媒する酵素がストロマ中にある。
④: 光合成色素はチラコイド膜にある。

- 問2 (1) ペーパークロマトグラフィーの結果については、原点からの色素の並ぶ順番と、各色素の色は覚えておくべきことである。クロマトグラフィーの原理より、色素は展開溶媒との親和性が高いものほど、溶媒前線に近いところまで移動する。一般に、カロテノイド系の色素は親油性があるので、上側にあることが多い。

(上) カロテン→キサントフィル→クロロフィル a→クロロフィル b (下)

- (2) 光は波長によって、それぞれ性質が異なる。可視光(ヒトの目で受容できる波長の光)だけでなく、もっと長い波長の光も太陽光には含まれているが、特定の波長は大気中の二酸化炭素や水蒸気に吸収されるため、すべての波長の光が地上に届くわけではない。

また、可視光は地上まで比較的よく届くが、それでも水中や周囲の樹木などの影響で、すべての波長の光が同じように届くわけではない。よって、いろいろな波長の光を吸収できる方が、いろいろな環境に適応できると考えられる。

- 問3 (1) ここの実験結果のみからで答えるのであれば、「葉緑体のあるところは白色光が当たると酸素が発生する」となる。しかし、「結論を述べよ」とあるので、ある程度は知識に基づいた内容を答えた方がよい。葉緑体で光合成が行われることは明白なので、その内容をからめた解答にする。
- (2) 今度は赤色光、緑色光の両方とも葉緑体に光を当てている。よって、光の波長の違いによる光合成での利用度の違いを述べる。

添削課題

解答

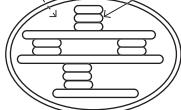
問1 1 - チラコイド 2 - 光化学系Ⅱ 3 - 光化学系Ⅰ 4 - クロロフィル
5 - 水 6 - 水素 7 - ストロマ 8 - ATP 合成酵素

問2 カルビン・ベンソン回路

問3 (1) CO_2 があるのでリプロースビスリン酸からホスホグリセリン酸への反応は進む。
しかし暗黒では ATP と $\text{X} \cdot 2[\text{H}]$ が合成されないので、ホスホグリセリン酸から
 C_3 化合物への反応は進まない。よってリプロースビスリン酸は減少し、ホスホグ
リセリン酸は増加する。

(2) ATP と $\text{X} \cdot 2[\text{H}]$ は合成されるので、ホスホグリセリン酸からリプロースビスリ
ン酸への反応は進む。しかし CO_2 がないのでリプロースビスリン酸からホスホグ
リセリン酸への反応は進まない。よってリプロースビスリン酸は増加し、ホスホグ
リセリン酸は減少する。

問4 (右図)



解説

問1 光合成の反応は、以下の 5 段階からなる。

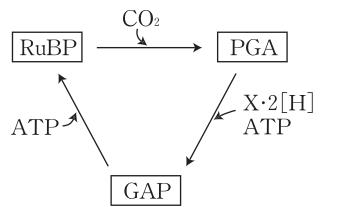
光化学系		①	光エネルギーの吸収	光化学系Ⅰ、光化学系Ⅱのクロロフィルaが光エネルギーを吸収して活性化し、電子(e^-)を放出する。
		②	水の分解	光化学系Ⅱで放出された e^- を埋めるため、水が分解されて酸素(O_2)と水素イオン(H^+)が生じる。
		③	NADPH の合成	光化学系Ⅰのクロロフィルaが放出した e^- と、葉緑体内的 H^+ が NADP^+ と結合して NADPH(+ H^+)が生じる。
電子伝達系		④	ATP 合成	光化学系Ⅱから放出された e^- は、いくつものタンパク質に受け渡しながら光化学系Ⅰに向かって移動する。この過程で放出されるエネルギーを用いて ATP が合成される。
⑤	カルビン・ベンソン回路		ATP と NADPH(+ H^+)を用いて二酸化炭素を固定し、有機物が合成される。	

問2,3 カルビン・ベンソン回路を簡単に示す。

- (1) CO_2 があれば、リブロースビスリン酸(RuBP)からホスホグリセリン酸(PGA)への反応は起こる。しかし、PGA → GAP → RuBPへの流れは、チラコイド膜で光が当たったことで合成される物質(X・2[H], ATP)が必要である。よって、PGAはRuBPからの反応によって増加するが、その先の反応が進まないため蓄積されることになる。また、RuBPは新たに合成されないので減少する。

- (2) BはAとは逆に、 CO_2 がなくて光がある条件下である。よって、RuBPからPGAへの反応は起こらない。しかし、PGA → GAP → RuBPの流れは進むため、RuBPは蓄積し増加する。PGAは新たに合成されないので減少する。このように、回路反応では、1カ所の反応が止まるとその直前の物質が増加・蓄積し、直後の物質は減少する。

問4 問1に示した表の①～④はチラコイドで、⑤はストロマで起こる。



RuBP : リブロースビスリン酸(C_5)
PGA : ホスホグリセリン酸(C_3)
GAP : グリセルアルデヒドリン酸(C_3)

B3V/B3T
医学部生物
難関大生物／難関大生物 T



会員番号

氏名

不許複製