

総 合 問 題

(理学部 生体制御学科)

令和 7 年度【前期日程】

問題冊子 1～8ページ
答案用紙 2枚

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開けてはいけない。
2. 問題冊子や答案用紙の枚数の不足や、印刷に不鮮明なところがあれば申し出ること。
3. 解答は必ず答案用紙の指定された箇所に記入すること。
4. 受験番号は、答案用紙1枚ごとに所定の欄2箇所に必ず記入すること。記入を忘れたり、あるいは誤った番号を記入した場合は失格となることがある。
5. 試験が終了したら、答案用紙を上から（その1）、（その2）の順番に重ねて机の上に置くこと。
6. 退室するときは、問題冊子を持ち帰ること。

1 以下の文章を読み、問1～5に答えよ。

人間を含めた生物が活動するためにはエネルギーが必要であり、人間は他の生物が作る糖やアミノ酸といった有機物をエネルギー源としています。このように、他の生物に依存して生きている生物は **ア** 栄養生物と呼ばれます。一方、世の中には他の生物から有機物を取らなくても生きていける **イ** 栄養生物もいます。植物がそうです。有機物を食べなくても、①光合成によって太陽の光エネルギーを、自分を支えるエネルギーとして利用することができます。葉の中には細胞があり、顕微鏡で見ると細胞の中には緑色の粒、すなわち葉緑体が見えます。葉緑体は、細胞内共生した原核生物である **ウ** に由来すると考えられていて、二重の膜で囲まれています。葉緑体を電子顕微鏡で見ると、いくつかのことがわかります。葉緑体の内側には、②光合成産物であるデンプンが蓄積します。また、チラコイド膜と呼ばれる膜がぎっしりと詰まっています。チラコイド膜は所々で **エ** と呼ばれる積み重なり構造を持っています。チラコイド膜では、電子伝達系を経て形成される膜内外の **オ** の濃度勾配により、**カ** が生成されます。このチラコイド膜以外の部分はストロマと呼ばれ、③酵素の濃い溶液からなると考えられます。

(園池公毅著『トコトンやさしい光合成の本』より一部改変)

問1. 文中の ア ~ カ に適切な語句を入れよ。

問2. 下線部（1）について、光合成生物は光エネルギーを利用して炭素同化を行うが、細菌の中には無機物を酸素により酸化したときに放出されるエネルギーを利用して炭素同化を行うものがある。この働きを何と呼ぶか、名称を答えよ。

問3. 下線部（2）について、以下のAとBに答えよ。

A. 図1のように、葉緑体内のデンプン蓄積量は日中に増加した後、日没以降は減少し、夜明け前に最少となることが知られている。このようなデンプン蓄積量の変化が生じるしくみを、「光合成」と「呼吸」という語句を用いて説明せよ。

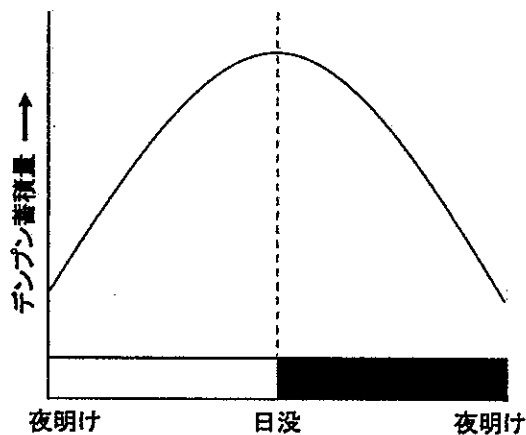


図1

B. 植物の体の構成成分を動物のものと比較した場合、植物には炭水化物の量が多いことが知られている。その理由は2つあり、1つの理由は体内にデンプンが多く蓄積するためである。もう1つの理由は何か、関連する物質の名称を挙げて説明せよ。

問4. 下線部（3）について、ストロマでは酵素による循環した化学反応が起こる。この化学反応経路の名称と役割を説明せよ。

問5. 光合成を行う植物にとって光は非常に重要な環境要因であるため、植物は様々な光受容体を利用して光環境を感知している。植物の光受容体に関する以下の文章を読み、後のA~Eに答えよ。

光受容体には、赤色光と遠赤色光を吸収するフィトクロムと、青色光を吸収する やフォトトロピンがあります。フィトクロムは、(4)種子の光発芽、茎の成長抑制、花芽形成などに重要で、 は茎の成長抑制などに重要な役割を果たしています。フォトトロピンは、植物が光の方向に向かって曲がりながら成長する 性や、気孔の開口に重要な役割を果たすことが知られています。

A. 文中の と に適切な語句を入れよ。

B. 図2は、自然の太陽光と、葉を透過した太陽光のスペクトルを示している。太陽光が葉を透過すると、図のように透過しやすい光の波長の領域とそうでない領域が観察される。光のスペクトルがこのように変化する理由を、光合成と関係づけて説明せよ。

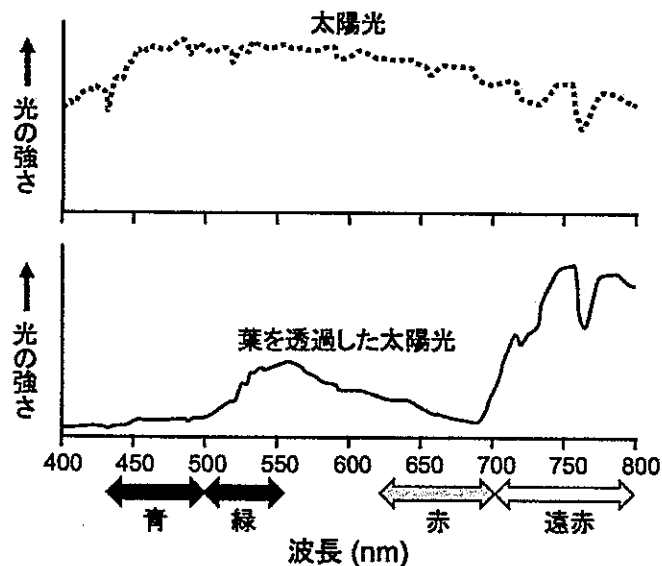


図2

- C. フィトクロムの状態は、吸収する光に反応して変化することが知られている。フィトクロムの状態が特定の波長の光でどのように変化するのか、フィトクロムの2つの型を挙げて説明せよ。
- D. 下線部(4)について、レタスやオオバコのような植物の種子は、発芽のために光を必要とする光発芽種子である。フィトクロムの2つの型を考慮し、光発芽種子が特定の光条件でのみ発芽するしくみを説明せよ。
- E. 図2をふまえ、光発芽は自然界での発芽の調節においてどのような利点あると考えられるか、説明せよ。

2 以下の文章を読み、問1～5に答えよ。

個体はまず一個の⁽¹⁾受精卵から始まるのであるから、成体になるためには細胞がふえなければならない。この時に、もっとも重要なのは、ちょうどよい大きさまで全体が調和してふえるということである。際限なく成長しても困るし、また、手だけが異常にのびた人間ができ上っても困る。このように正常な増殖は個体にとって非常に重要なことである。

⁽²⁾細胞はある周期をもって増殖している。そして周期が一回転するのに必要な時間は発生過程の時期によって変動し、その変動には規則性があるらしい。また、この⁽³⁾周期の変動に関与する物質、すなわち細胞の増殖を促進したり、抑制したりする物質も発見されている。

(中略)

ただ細胞がふえるだけでは、卵は成体にはならない。増殖していく細胞が、⁽⁴⁾あるものは神経に、あるものは皮膚にと、形態も機能も分かれています。したがって分化のしくみを知るには、赤血球のもととなる細胞ではヘモグロビンをつくる遺伝子が働き、皮膚の細胞ではケラチンをつくる遺伝子が活動しているのはなぜか、すなわち遺伝子の発現制御機構を知ることが重要である。単細胞生物で研究された遺伝情報発現の調節とも関連させて、現在研究が進んでいる分野である。

(中略)

最後にもう一つ、増殖し、分化してできた細胞が、たとえば手になり足になっていく形態形成の不思議が残っている。形態形成に関係のある細胞の性質としては、⁽⁵⁾各細胞に特有の移動能力があること、同種の細胞どうしは集合する性質があること、増殖している細胞は他の細胞と接触すると増殖が停止することなどが考えられる。

(中村桂子著『生命科学』より一部改変)

問1. 下線部(1)について、受精の過程では、最初に卵に進入した精子のみが卵と受精し、複数の精子は受精しない。この現象の名称を答えよ。また、これはどのようなしくみにより可能となるか、答えよ。

問2. 下線部(2)について、以下のAとBに答えよ。

- A. 動物の卵割が、その後の体細胞分裂と異なる点について、細胞の大きさと細胞周期を考慮して説明せよ。
- B. ウニの卵は受精の後、第3卵割までは互いに大きさのほぼ等しい割球を生じる。このような卵割を何と呼ぶか、名称を答えよ。また、ほぼ等しい大きさの割球を生じることができる理由として考えられることは何か、答えよ。

問3. 下線部(3)について、以下の文章を読み、AとBに答えよ。

Fucci と呼ばれる人工的に作製した特殊な蛍光タンパク質を増殖中の動物細胞に発現させると、細胞周期の S/G2/M 期の核または染色体に、緑色の蛍光が観察される。一方、G1 期の核にはオレンジ色の蛍光が観察される。この Fucci を発現させた培養細胞の集団を顕微鏡により観察したところ、緑色、オレンジ色の細胞が入り混じっている様子が観察された。次に、この培養細胞にノコダゾールという薬剤を投与し、細胞周期より十分に長い時間を経たのち観察を行った。なお、ノコダゾールは、紡錘糸の伸長を阻害し、染色体の分離を止めることで、細胞周期の進行を停止することが知られている。

- A. ノコダゾールを投与した細胞集団には、どのような色の蛍光が観察されると考えられるか、その理由とあわせ、答えよ。

- B. Fucci のように、人工的に遺伝子の組み合わせをつくる方法として、遺伝子組換え技術がある。この技術を用いて、どのように異なる生物由来の遺伝子から新しい遺伝子の組み合わせをつくり、増やすことができるか。以下の語句を用いて説明せよ。

「DNA リガーゼ」 「制限酵素」 「プラスミド」

- 問4. 下線部(4)について、異なる部位や時期で、遺伝子発現が制御されることが重要である。遺伝子発現を制御する一般的なしくみについて、「調節タンパク質」という語句を用いて説明せよ。

- 問5. 下線部(5)について、以下の文章を読み、AとBに答えよ。

胚の発生や傷口の治癒などでは、細胞は集団で移動すること(細胞集団運動)が知られる。傷口ができると、細胞は周囲の細胞と接着しながら傷口を塞ぐように集団となって移動する。

この細胞集団運動のしくみについて調べるため、細胞の情報伝達に重要な役割を果たす ERK と呼ばれるタンパク質の活性に着目した。ERK を蛍光で標識した細胞を用い、傷口が治癒する過程での細胞の観察を行った。なお、この細胞では、ERK が活性化されると、蛍光が強くなることが分かっている。

観察の結果、傷をつけた直後に、傷口付近の細胞において強い蛍光が見られ、続いて、図1のように傷口から離れる方向に強い蛍光の伝搬が見られた。その後、傷口付近の細胞は、傷口の方向に移動した。

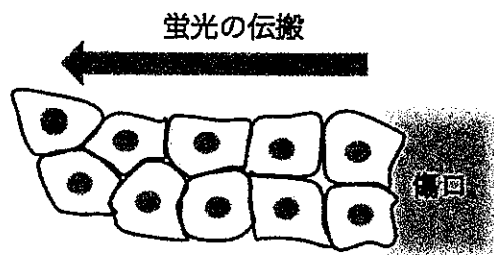


図1

- A. この実験により得られた細胞の移動パターンから、活性化した ERK は、細胞集団運動においてどのような機能を持つと考えられるか、答えよ。
- B. ERK の機能を検証するため、光を照射することで ERK を活性化できる特殊なタンパク質を細胞集団に発現させ、図2のように a から b の方向に、順に光照射を行った。なお、この実験は、傷のない細胞集団を用いて行った。この実験の結果として、細胞集団はどのような挙動を示すと考えられるか、その理由とあわせ、答えよ。

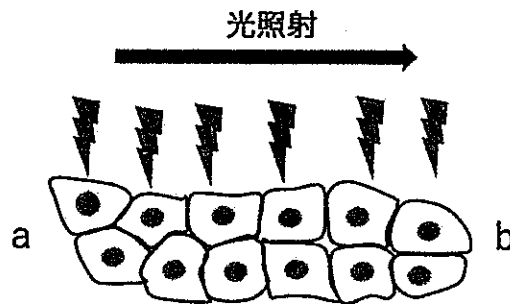


図2

①解答する前に、右の受験番号記入欄(2箇所)に受験番号を正しく丁寧に記入すること。
②※印欄には記入しないこと。

1

問1

ア		イ		ウ	
エ		オ		カ	

※

問2

--

※

問3

A	
B	

※

問4

名称	
役割	

※

問5

A	キ		ク	
B				
C				
D				
E				

※

1

※

1

※

①解答する前に、右の受験番号記入欄(2箇所)に受験番号を正しく丁寧に記入すること。
②※印欄には記入しないこと。

2

問1

名称		※
しくみ		

問2

A		※
B	名称	
	理由	

問3

A		※
B		

問4

		※
--	--	---

問5

A		※
B		

2		※
---	--	---

2		※
---	--	---