

理科問題紙

平成 24 年 2 月 25 日

自 13 : 50

至 15 : 50

答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 21 までの 21 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦，⑧，化学 ⑨，⑩，物理 ⑪，⑫，⑬ の 7 枚である。
3. 生物，化学，物理のうち 2 科目を選択しなければならない。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された箇所に書かなければならない。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定しなければならない。
6. 問題紙と草案紙は持ち帰ること。

生 物

- 1 生物は光，温度，降水量などの無機的環境要因の影響を受けながら生活している。次の図1は，日本のある地域での気温の日変化を示したものである。この図を参照して，生物と光や温度に関する以下の問に答えなさい。

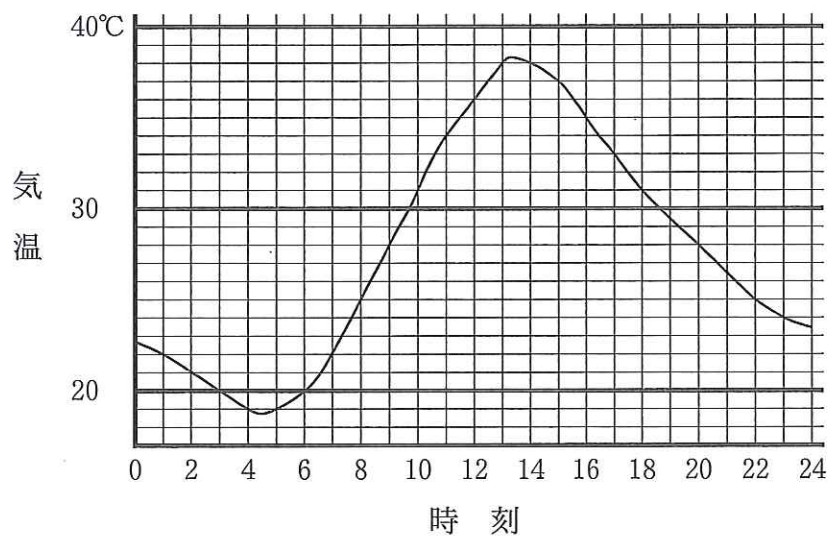


図1 気温の日変化

- (1) 緑色植物の光合成は葉緑体の基質である と袋状構造の で行われる反応である。この反応は，光の強さ，温度，二酸化炭素濃度などの影響を受けるため，植物の光合成能力は時刻や時期などで変化する。

問 1 文中の と に適切な語を入れなさい。

問 2 葉緑体で行われる光合成の反応は4つの過程に分けることができる。

(ア) 各反応過程にそれぞれの内容を表す名称(表題)をつけ、適当と思う順(I~IV)で答えなさい。

(イ) 各反応過程(I~IV)が葉緑体の と のどちらで行われるか、aかbで答えなさい。

(ウ) 各反応過程(I~IV)は、(a)光の影響を受ける、(b)温度の影響を受ける、(c)どちらの影響も受けない、のいずれかである。それぞれの過程に合うものを選び、a~cで答えなさい。

問 3 ある植物の光合成反応と温度の関係を探るため、実験室のなかで強い光とじゅうぶんな二酸化炭素を与えながら室温を変化させて光合成速度を測定した。図2は、温度を図1の6時から18時までと同じように変化させた場合の結果である。図1と図2をもとに、この植物の光合成反応と温度の関係を簡潔に説明しなさい。なお、他の要因による影響は考えなくてよい。

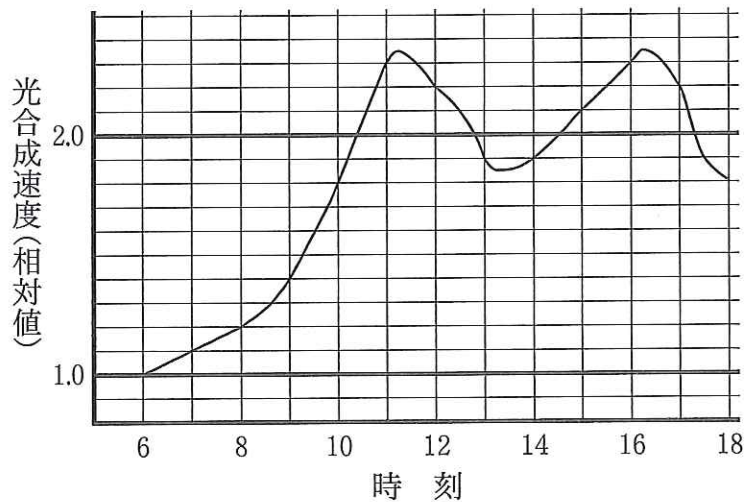


図2 光合成速度の変化(6時~18時)

問 4 秋、気温が低くなるとイチョウは黄葉し、やがて落葉する。この黄葉は代謝活動の低下にともない、葉の光合成色素が分解することによる現象である。イチョウの葉の色が緑から黄へ変わるしくみを、2種類の光合成色素が吸収する光の色(波長)と、それらの含まれる割合の変化をもとに説明しなさい。

(2) 動物の体温は環境の温度の影響を受けるので、その生活には生息する地域の環境や、活動する時刻や時期などによる、空間的・時間的な制約がある。しかし、恒温動物である私たちヒトは 37℃ 前後に維持された体温のもと、地球の多様な環境条件のなかで安定した生命活動をおこなうことができる。この体温の調節機能は体内での熱の産生と体外への熱の放散とのバランスを調節する仕組みで、神経系と内分泌系の協調作用によって維持されている。

問 1 ヒトが運動すると皮膚表面からの熱の放散が高まる。この時、皮膚ではどのような熱の放散が行われるか説明しなさい。

問 2 ヒトが図 1 にあるような高温下に屋外で長時間運動すると熱中症となり、めまいや頭痛、吐き気がしたり、失神する場合がある。問 1 に関連し、高温環境下の運動時に有効な熱中症予防の方法を 2 つ答えなさい。

問 3 ヒトが寒冷刺激を感受すると、間脳視床下部からの指令によって皮膚表面からの熱の放散が抑制され、体内ではホルモンの分泌が促進されて特定の器官で熱の産生が高まる。

(ア) 熱の産生を促すホルモンのうち、(a)副腎髄質、(b)副腎皮質、(c)脳下垂体前葉から分泌されるホルモンをそれぞれ 1 つ答えなさい。

(イ) ホルモンの作用で熱を産生する代表的な器官を 2 つ答えなさい。

問 4 恒温動物の中には冬の間、(a)体温を低下させて冬眠や冬ごもりをする、
(b)温暖な地域へ移動して生活する、という方法をとる動物がある。

(ア) 日本でみられる次の野生動物のうち、(a)または(b)の方法をとる恒温動物を選び、1～8で答えなさい。

1 サル 2 ツバメ 3 カエル

4 コウモリ 5 スズメ 6 ヘビ

7 クマ 8 カッコウ

(イ) 上記の恒温動物が(a)や(b)の方法をとる、共通の理由を2つ答えなさい。

2 リスやネズミと同じ「げっ歯類」の一種であるチャイニーズハムスターは、実験動物としてしばしば利用されている。このハムスターの染色体数は $2n = 22$ 本であり、ヒトと同様に X 染色体と Y 染色体の組み合わせによって雌雄が決定される。

問 1 一組のオスとメスのチャイニーズハムスターから、何通りの染色体の組み合わせをもったオスが生まれてくるか、計算して答えなさい。ただし、染色体の組換えは生じないものとする。

問 2 有性生殖を行う生物は、問 1 で計算したとおり、いくつもの染色体の組み合わせをもつ子孫をつくるのが可能である。これが子孫を残すことにおいて有利な理由を、句読点を含めて 50 字以内で述べなさい。

問 3 リンゴの染色体数は $2n = 34$ 本であり、チャイニーズハムスターよりも多い。そのため、より多くの染色体の組み合わせをもつ子孫をつくるができる。しかし、一本のリンゴの木に実った果実は、基本的にどれも同じ味がする。この理由を、句読点を含めて 50 字以内で述べなさい。

問 4 チャイニーズハムスターの常染色体上に毛色を決定する対立遺伝子 A と a が存在すると仮定する。そして、遺伝子型 AA をもつ個体は茶の毛色、Aa は黒の毛色、aa では白の毛色を示すが、aa のメスには子を生む能力が無いものとする。

いま、毛色が茶のメスと黒のオスを交配して F_1 世代を得た。この F_1 世代の個体どうしを交配させて F_2 世代を得た。同様に F_2 世代どうしを交配して F_3 世代を得た。 F_3 世代の表現型の分離比を答えなさい。

3

(1) メセルソンとスタールは、窒素源として塩化アンモニウム(NH_4Cl)を用いて、大腸菌を培養した。最初に、培地の NH_4Cl の窒素を ^{14}N より重い同位体の ^{15}N にして大腸菌を培養し、大腸菌内の窒素を ^{15}N に置き換えた。この培養液の一部をとって大腸菌を集め、DNA を抽出して試料 A とした。残りの培養液から大腸菌を集め、 ^{14}N からなる NH_4Cl の培地に移して培養を続けた。大腸菌を 1 回、2 回、3 回と分裂させたあと、順次、大腸菌を集めて DNA を抽出し、それぞれ試料 B、試料 C、試料 D とした。これらの試料を塩化セシウム溶液と混ぜ、高速で遠心した。遠心分離によって、塩化セシウムの濃度は遠心管の底にいくほど高くなって密度の勾配ができ、溶液中の DNA はその密度と釣り合った塩化セシウムの密度の位置に集まり、層をつくった。

問 1 遠心分離によって、ほぼ同じ量からなる 2 つの層をつくる試料はどれか。A～Dの中から選びなさい。

問 2 ^{14}N だけを含む培地で何世代も培養した大腸菌から、DNA を抽出した。この DNA がつくる層と同じ位置に層をつくる試料を、A～Dの中から選びなさい。

問 3 ^{15}N 、あるいは ^{14}N だけを含む培地で何世代も培養した大腸菌から、DNA を抽出した。これらの DNA がつくる層の中間の位置に、ただ 1 つの層をつくる試料を、A～Dの中から選びなさい。

問 4 この実験で証明された DNA の複製のしくみを何と呼ぶか、答えなさい。

(2) コーンバーグらは DNA 合成酵素 (DNA ポリメラーゼ) を大腸菌から精製し、試験管内で DNA をはじめて合成した。DNA の合成には、精製した酵素のほかに、DNA、4 種類のヌクレオチド、マグネシウムイオンが必要であった。

問 1 この酵素は、ヌクレオチド鎖の端に、鋳型のヌクレオチド鎖に相補的なヌクレオチドを 1 個結合させ、これをくり返して長いヌクレオチド鎖をつくる。このとき、酵素はヌクレオチド間のどの部分を連結させるか、つぎの a ~ f の中から選びなさい。

- | | | |
|---------|----------|-----------|
| a 塩基と塩基 | b 糖と糖 | c リン酸とリン酸 |
| d 塩基と糖 | e 塩基とリン酸 | f 糖とリン酸 |

問 2 DNA の合成実験は、放射性同位体で標識されたヌクレオチドを用いて行われた。何のために、このようなヌクレオチドが使われたのか答えなさい。

問 3 後になって、コーンバーグらが発見した DNA 合成酵素の酵素活性がない大腸菌の突然変異株が見つかった。この突然変異株は野生株の大腸菌と同じようにふるえることができる。このことから、どのようなことが考えられるか答えなさい。

(3) ショウジョウバエは大腸菌より約 37 倍も大きいゲノムをもっている。しかし、DNA 全体の複製にかかる時間を比較すると、大腸菌の約 20 分に対し、ショウジョウバエの胚では数分と短い。DNA の合成速度はショウジョウバエの方が遅く、大腸菌の約 20 分の 1 程度である。どのようなしくみが働いて、ショウジョウバエの大きなゲノムが短時間に複製されるのか、答えなさい。ただし、DNA 合成酵素の量は考えなくてよい。

(4) 細胞内の DNA は、ヒストンと呼ばれるタンパク質が集まってできた球体に巻きつき、じゅずつなぎになって存在する。真核細胞にみられるこの構造は、細胞分裂の過程で大きく変化する。

問 1 体細胞分裂を観察するときによく用いられる植物を 1 つあげ、その観察部位を答えなさい。

問 2 間期と分裂期における染色体の形状を簡潔に答えなさい。

問 3 DNA が複製するとき、ヒストンは盛んに合成されるようになる。この理由を答えなさい。

問 4 タンパク質のアミノ酸配列を各種の生物で比較すると、近縁なものではよく一致し、遠縁なものほど違いが多くなる。ところが、ヒストンのアミノ酸配列は遠縁なものであっても違いが少ない。この理由を答えなさい。

⑦

生 物
解 答 用 紙

受 験 番 号	
理科で生物のほか に選択した科目	

1

(1)

問 1

a	
b	

問 2

反 応	ア	イ	ウ
I			
II			
III			
IV			

問 3

--

問 4

--

(2)

問 1

--

問 2

--

問 3

ア	a	b	c
イ			

問 4

ア	a	b
---	---	---

イ	

※採点欄
(受験生は記入
しないこと)

