

生 物 (その1)

1 次の文章を読み、以下の質問に答えなさい。

I エンドウの種子を丸くする遺伝子 A・種子をしわにする遺伝子 a と、エンドウの種子を黄色にする遺伝子 B・種子を緑色にする遺伝子 b はそれぞれ独立の関係にある。[丸・黄]と[しわ・緑]を親として交配させると、得られる F_1 の種子はすべて[丸・黄]であった。

問 1 さらに F_1 を自家受精させてつくった F_2 の種子の表現型の分離比を答えなさい。

問 2 F_2 をさらに自家受精して得られた F_3 の種子の[丸]と[しわ]の分離比を答えなさい。

II スイートピーには、花の色を紫色にする遺伝子 A・赤色にする遺伝子 a, 花粉の形を長くする遺伝子 B・丸くする遺伝子 b があり、A と B, a と b はそれぞれ連鎖している。[紫・長]と[赤・丸]を親として交配すると、得られた F_1 の種子はすべて[紫・長]であった。

問 3 遺伝子の組換えはないと仮定すると、さらに F_1 を自家受精させてつくった F_2 の種子の表現型の分離比を答えなさい。

問 4 仮に組換えがあり、 $AB : Ab : aB : ab = 7 : 1 : 1 : 7$ で F_1 の配偶子が生じたとすると、さらに F_1 を自家受精させてつくった F_2 の種子の表現型の分離比を答えなさい。

問 5 仮に遺伝子間の組換え価が 10 % と仮定し、[紫・長]の表現型を持つ F_1 を検定交雑したときに生じる F_2 の種子の表現型の分離比を答えなさい。

Ⅲ ある 2 倍体生物の同じ染色体上にある 3 つの遺伝子には、それぞれ A と a, B と b, D と d の対立遺伝子がある。A, B, D はそれぞれ a, b, d に対して顕性(優性)である。表現型 [ABD] の純系の個体と [abd] の個体を交配し、得られた F₁ の個体をさらに表現型 [abd] の個体と交配したところ、得られた F₂ 個体の表現型と個体数は、表の通りとなった。

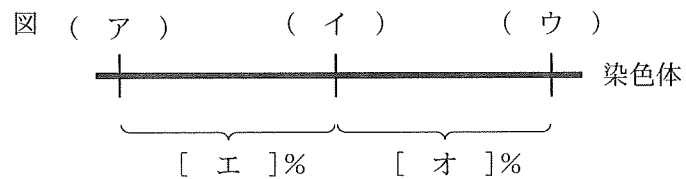
表

表現型	[ABD]	[ABd]	[AbD]	[aBD]	[Abd]	[abD]	[aBd]	[abd]
個体数	1422	62	69	0	1	66	90	1290

問 6 3 つの遺伝子間のそれぞれの組換え価(%)を計算しなさい。必要であれば、小数第二位を四捨五入し、小数第一位までの値を記しなさい。

問 7 これらの 3 つの遺伝子座は同じ染色体上でどのように配置されていると推定できるか。

図の()内に各遺伝子の配列を、[]内に相対的距離を書きなさい。ただし、[エ]は[オ]よりも大きい数値とする。



2

次の文章を読み、以下の質問に答えなさい。

骨格筋を構成する細胞単位を筋繊維という。筋繊維には、(ア)と呼ばれる収縮性をもつ構造体があり、(ア)の最小構成単位を(イ)という。横紋筋が収縮するとき、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの間で互いに滑り運動^(a)が起こることで、筋収縮が起きる。ミオシンフィラメントの上には突起(ミオシンの頭部)が並んでいて、ATPを繰り返し分解しながら、アクチンフィラメントと相互作用をすることで、フィラメントの間の滑り運動が引き起こされる。ミオシンは、このような運動を起こすことから、(ウ)タンパク質と呼ばれている。

脊髄から運動ニューロンを伝導してきた興奮が軸索末端に到着すると、シナプス小胞から(エ)という神経伝達物質がシナプス間隙に分泌される。筋繊維のリガンド依存性(伝達物質依存性)イオンチャネルに(エ)が結合すると(オ)が流入し、筋繊維に活動電位を発生させる。

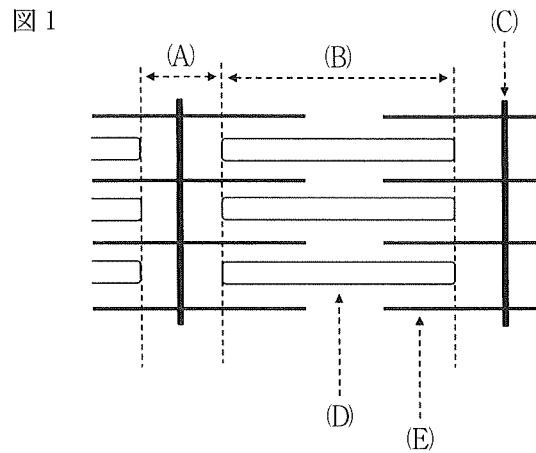
筋繊維には(カ)という袋状の構造があり、(ア)を取り囲むように分布している。筋繊維の膜に興奮が生じると、(カ)の内部に蓄えられていた(キ)が放出され、(ア)の周囲の(キ)の濃度が上がり、筋肉が収縮する。

問 1 (ア)～(キ)に適語を入れなさい。

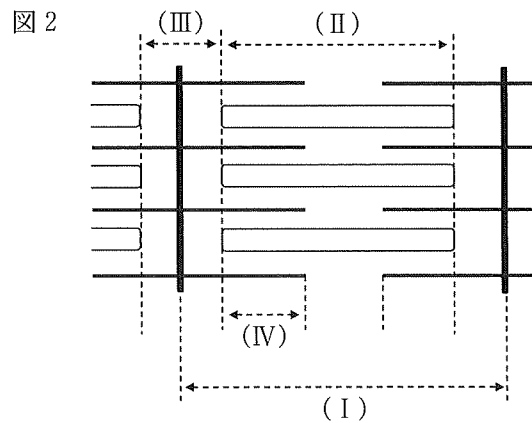
問 2 下線部(a)に関して、筋肉が収縮した時に長さが変わるのはどれか。全て答えよ。

- | | | |
|--------------|--------------|-------|
| ① 明 帯 | ② 暗 帯 | ③ Z 膜 |
| ④ アクチンフィラメント | ⑤ ミオシンフィラメント | |

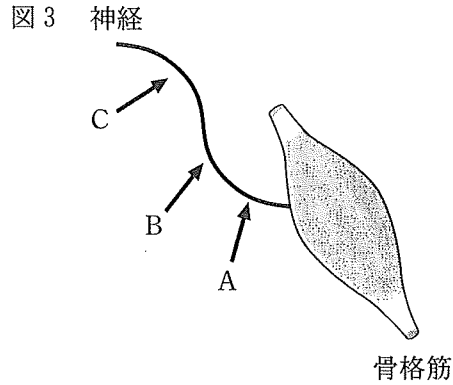
問 3 図 1 は(イ)の構造が描かれている。(A)～(E)に当てはまる名称を問 2 の選択肢から選びなさい。



問 4 カエルの筋肉を取り出し、引き伸ばして固定し、電気刺激を加えると張力が発生した。さらに引き伸ばし、図 2 における(I)の長さが $4.2\ \mu\text{m}$ 以上になると張力が発生しなくなった。なお、筋弛緩時における(I)、(II)、(III)の長さはそれぞれ $3.0\ \mu\text{m}$, $2.0\ \mu\text{m}$, $1.0\ \mu\text{m}$ であった。筋弛緩時における(IV)の長さを計算しなさい。



問 5 図 3 はカエルの筋肉と神経である。A, B, C は筋接合部からそれぞれ 1.8 cm, 3.0 cm, 4.8 cm の距離にある。A 点, B 点に電気刺激を加えると, それぞれ 3.6 ミリ秒後, 4.6 ミリ秒後に筋収縮を認めた。この神経の伝導速度 (m/秒) を計算しなさい。



問 6 問 5 において, C 点に電気刺激を加えると, 何ミリ秒後に筋収縮を認めるか計算しなさい。

問 7 下線部(b)について, 骨格筋内に蓄えられている ATP 量はわずかであるが, 筋肉には呼吸や解糖の他にすみやかに ATP を供給することができるある物質が蓄えられている。この物質名と ATP を合成する反応に関して説明しなさい。

生 物 (その2)

3 次の文章を読んで以下の質問に答えなさい。

肺炎を起こす病原体の一つに肺炎球菌があり、この肺炎球菌にはS型菌とR型菌がある。グリフィスは以下の①～⑤の現象を見出した。

- ① 肺炎球菌のR型菌をマウスに注射しても、マウスは発病しない。
- ② 肺炎球菌のS型菌をマウスに注射すると、マウスは発病して死亡する。
- ③ S型菌の死菌をマウスに接種しても発病しない。
- ④ S型菌の死菌をR型菌の生菌と混合して接種すると、マウスの体内に生きたS型菌が現れ、マウスは発病して死亡する。
- ⑤ ④で現れたS型菌はその後増殖を繰り返してもS型菌の性質を維持し続ける。

これらのことから、(ア)型菌の何かが(イ)型菌に取りこまれて、(ウ)型菌が(エ)を起こしたと考えられた。エイブリーらはこれらの結果を踏まえて実験を行い、以下の⑥～⑧の現象を見出した。

- ⑥ S型菌をすりつぶして得た抽出液を、R型菌に混ぜて培養すると、S型菌の生菌が現れる。
- ⑦ S型菌をすりつぶして得た抽出液をタンパク質分解酵素で処理し、R型菌に混ぜて培養すると、S型菌の生菌が現れる。
- ⑧ S型菌をすりつぶして得た抽出液をDNA分解酵素で処理し、R型菌に混ぜて培養すると、R型菌の生菌のみが現れる。

これらのことから、この(エ)は(オ)型菌の(カ)が取りこまれて起こると考えられた。

細菌に感染するウイルスはファージと呼ばれ、(カ)とタンパク質から構成される。リンを含むが硫黄を含まない(カ)は放射性同位元素である ^{32}P で標識することができ、同様に硫黄を含むがリンを含まないタンパク質は ^{35}S で標識することができる。ハーシーとチェイスは T_2 ファージを大腸菌に感染させ、培養液をミキサーで激しく攪拌した後に、遠心分離をして沈殿物と上澄みに分けた。そして、沈殿物と上澄みに含まれる放射能を調べた結果、^A沈殿物には ^{32}P が^B検出されるが、 ^{35}S はほとんど検出されなかった。さらに、沈殿物から多数の子ファージが数十分後に現れたことから、(カ)は遺伝形質を発現するとともに、それを子孫に伝えることができる物質であることが明らかになった。

問 1 文中の(ア)～(カ)に適切な語句を答えなさい。

問 2 グリフィスの実験で、R 型菌の死菌を S 型菌の生菌と混合して接種するとマウスはどうかと考えられるか答えなさい。

問 3 エイブリーの実験で S 型菌をすりつぶして得た抽出液を RNA 分解酵素で処理し、R 型菌に混ぜて培養すると、どうなると考えられるか答えなさい。

問 4 下線部 A について、培養液をミキサーで激しく攪拌する理由を簡単に答えなさい。

問 5 ハーシーとチェイスの実験において沈殿物に含まれているものは何か答えなさい。

問 6 下線部 B について、この結果から言えることを答えなさい。

問 7 ハーシーとチェイスの実験において、上澄みから ^{32}P は検出されずに ^{35}S のみが検出された場合、どのようなことが考えられるか答えなさい。

問 8 ハーシーとチェイスの実験結果から、なぜ遺伝子の本体が(カ)であると言えるのか答えなさい。

4 次の文章を読み、以下の質問に答えなさい。

脊椎動物の眼はカメラとよく似た構造をしており、ヒトの眼に入った光は、角膜、瞳孔を通り、(ア)で屈折したあと、ガラス体を通して網膜の上に像を結ぶ。眼から近い距離の物体を見るときには、(ア)の周辺部にある(イ)の筋肉が収縮することで(ウ)が緩み、(ア)の厚さが(エ)なり、鮮明な像が網膜上に結ばれる。網膜にはいくつかの特殊な部位がある。網膜全体の視神経が集まって網膜を貫く部位は(オ)と呼ばれ、この部位には錐体細胞や桿体細胞が全くないために光を感知できない。また、網膜の中心部にあり錐体細胞が集中している部位は(カ)と呼ばれる。

網膜上に結ばれた像の光を受容するのが、桿体細胞と錐体細胞という2種類の(キ)細胞である。これらの(キ)細胞は光を照射されると、ある大きさの膜電位^Aの変化を示す。そしてここで受け取った情報が^B視神経へと伝達される。錐体細胞には3種類の細胞があり、脊椎動物の色覚は、網膜の中にどの種類の錐体細胞をもつかによって決まる。また、桿体細胞は(ク)と呼ばれる光受容タンパク質を有している。暗いところから急に明るいところへ出ると、まぶしくてものが見えにくい。これは、暗所で蓄積されていた桿体細胞内の(ク)がいっせいに分解され、細胞が過度に反応するために起こる。(ク)が減少すると、桿体細胞の感度が(あ)してまぶしくなくなり、錐体細胞の働きによって見えるようになる。このような現象を明(ケ)という。一方、明るい場所から暗い場所に入ると、最初はものがよく見えないが、しばらくすると見えるようになる。これは、暗所で錐体細胞の感度がある程度(い)することと、桿体細胞の(ク)が蓄積されて感度が飛躍的に(う)することによって、弱い光でも受容できるようになるからである。このような現象を暗(ケ)という。

問1 文中の(ア)～(ケ)に適切な語句を答えなさい。

問2 文中の(あ)(い)(う)には「上昇」「低下」のいずれかが入る。適切な語句をそれぞれ答えなさい。

問3 下線部Aについて、両者のはたらきの違いを簡単に説明しなさい。

問4 ヒトが明るい場所から暗い場所に入ったとき、光が角膜から網膜に至る経路にある構造で、どのような変化が起こるか20字以内で説明しなさい。

問5 下線部Bにおいて、光の強さの変化は何の変化として脳に送られるか答えなさい。

問 6 錐体細胞は光の波長の違いを見分ける色覚に関与している。照射光の波長が異なると、3種の錐体細胞での応答の大きさの度合いが異なり、この情報が脳に送られ、ヒトは異なる色として感じる。ヒトの3種類の錐体細胞は赤錐体細胞、緑錐体細胞、青錐体細胞である。

(1) 3種類の錐体細胞がよく吸収する光の波長をそれぞれ選びなさい。

- | | |
|-------------|-------------|
| ① 220 nm 付近 | ② 420 nm 付近 |
| ③ 530 nm 付近 | ④ 560 nm 付近 |
| ⑤ 750 nm 付近 | |

(2) 通常、色覚障害がないヒトは赤と緑の混合光と、黄色の単色光が区別できないが、この機構を簡単に説明しなさい。

(3) ヒトを含む霊長類以外のほとんどの哺乳類は錐体細胞を2種類しかもたない。これは哺乳類の祖先においては4種類の錐体細胞うちの2種類が退化したからである。どのような事が退化の要因として考えられるか答えなさい。

(4) (ク)は桿体細胞内で合成される一方、光を受容すると分解される。明るい場所に目が慣れるというのは、どういう状態か適切なものを全て選びなさい。

- ① (ク)の合成速度 > (ク)の分解速度であり、(ク)が蓄積していく。
- ② (ク)の合成速度 > (ク)の分解速度であり、(ク)が減少していく。
- ③ (ク)の合成速度 < (ク)の分解速度であり、(ク)が蓄積していく。
- ④ (ク)の合成速度 < (ク)の分解速度であり、(ク)が減少していく。
- ⑤ (ク)の濃度が高い。
- ⑥ (ク)の濃度が低い。
- ⑦ (ク)は合成されていない。