

中期
(生物)

問1. DNAの分析法と塩基配列の違いについて後の設問に答えよ。

①特定のDNA断片を複製・増幅させる際に用いられるPCR法に必要なものを示した表1の(ア～ウ)を補うのに適切な語句を記せ。

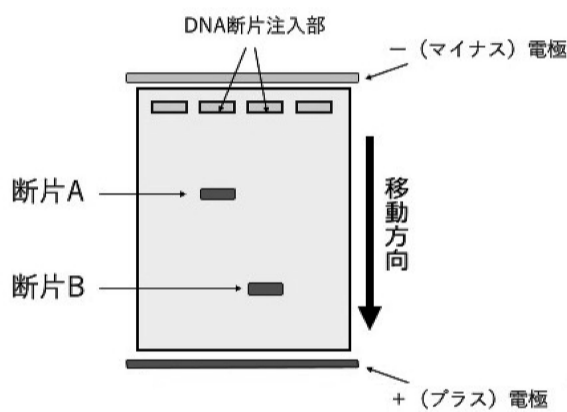
表1

| 名称 | 役割 |
|------------|---------------------|
| 鋳型DNA | 増幅したいDNA |
| (ア) | DNA鎖を合成する酵素 |
| (イ) | DNA複製の起点となる短い1本鎖DNA |
| デオキシヌクレオチド | (ウ) |

②PCR法では、表1の溶液を、95℃⇒60℃⇒72℃の順に温度を変え、このサイクルを繰り返す。鋳型DNAと(イ)が結合するのはどの温度かを記せ。

図1にアガロースゲルを用いてDNAを分離した様子を示す。次の問に答えよ。

図1



③DNA断片をアガロースゲルに注入し通電すると、DNA断片がゲル内を移動し、その特徴に応じて分離できる。この方法の名称を記せ。

④この実験で電圧を加えると、DNAはマイナス電極側からプラス電極側に移動する。その理由を記せ。

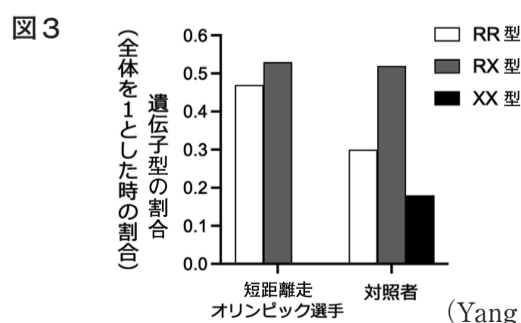
⑤図1の結果から、DNA断片AおよびBの長さはどちらが長いかを記せ。また、そうなる理由も記せ。

⑥α-アクチニン3 (ACTN3) は骨格筋の中でもタイプII線維(収縮速度が速い線維)に存在するタンパク質である。表2は、ヒトにおけるACTN3タンパク質をコードするゲノムDNAの塩基配列の一部を示す。下線部のように、DNAの特定部位のある1つの塩基が個人によって違うことがある。このような違いを何というか。

表2

| | |
|-----|---------------------------------------|
| RR型 | : 5' ...GAC <u>C</u> GA GAG CGA... 3' |
| RX型 | : 5' ...GAC <u>A</u> GA GAG CGA... 3' |
| XX型 | : 5' ...GAC <u>T</u> GA GAG CGA... 3' |

⑦図2に、ACTN3の3つの型のヒトの骨格筋中に存在するACTN3タンパク質の量をそれぞれ2名分図1と類似した方法で調べたバンドを示す。RR、RX、XX型の違いが、ACTN3タンパク質発現量にどのような影響を及ぼすかを記せ。



⑧図3は、短距離走でオリンピックに出場した選手とそれ以外のヒト(対照者)のRR、RX、XX型の割合を示す。ACTN3の塩基配列の違いが、短距離走のパフォーマンスにどのような影響を与えられらるか記せ。

問2. 酵素の性質と出血性ハブ毒についての後の設問に答えよ。

- ①酵素は特定の物質だけに作用する。このような性質を何というか。
- ②酵素の活性は反応液のpHの影響を受ける。ハブ毒酵素には、タンパク質を分解する金属プロテアーゼが含まれ、ハブに噛まれると、これらが出血をおこす。図4はハブ毒金属プロテアーゼがタンパク質（コラーゲン）を分解する活性とpHの関係を示す。活性が最大になるpHを何というか。
- ③ハブには、自分の毒で死なないための仕組みがいくつか存在する。例えば、毒をためている毒腺中には高濃度のクエン酸が存在し、毒腺内で酵素が作用しないようにしている。クエン酸が存在すると酵素が作用しない理由を考えて記せ。
- ④ハブ毒酵素が出血をおこす仕組みは、血管のまわりを外から裏打ちするコラーゲンなどのタンパク質でできた基底膜を金属プロテアーゼが分解することと、ヒトの血液凝固の仕組みを阻害することの2つがある。正常な血液凝固は、2つの過程に分けられ、まず傷口に（ア）があつまり、次に繊維状タンパク質（イ）が形成され（イ）が血球と絡み合っ（ウ）ができ、傷口をふさぐ。ハブ毒はこれらの両方を阻害し出血させる。（ア～ウ）を適切な語句で補え。
- ⑤ハブ毒は（イ）形成を阻害するだけでなく、（イ）を分解する別のタンパク質分解酵素も含む。この（イ）を分解する作用は健康なヒトにもある。この作用を何というか。また、その役割も記せ。
- ⑥図5は出血性ヘビ毒を注射した後のマウスの血管細胞の経時的な変化を示す。基底膜（BL）が分解されているだけでなく、核（Nu）やミトコンドリア（Mi）の縮小と断片化がみられ、細胞死に至った。このような細胞死の仕組みを何というか。また、この細胞死が見られる他の例を1つ記せ。

図4

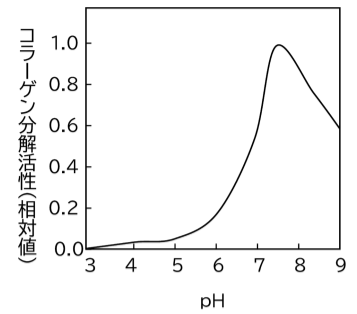
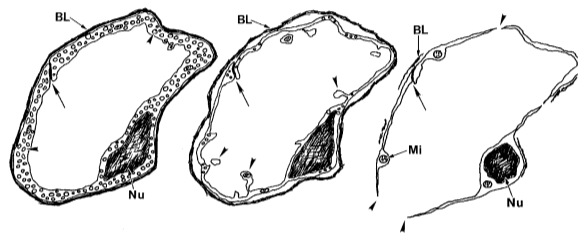


図5



Moreiraら (1994) より

問3. 動物の進化に関する後の設問に答えよ。

次の進化に関する現象①～⑥は、（A～F）のどれにあたるか。記号を記せ。

- ①オサムシの雄の交尾器の形と雌の交尾器の形が適合しないと交尾することができない。
- ②アメリカ大陸で栽培されているジャガイモの染色体数は24～60の間で異なる。
- ③飛ぶことができない昆虫のマイマイカブリは、日本列島が地殻変動によって分断された時期を経て、西日本と東日本で生息するものの形態が異なる。
- ④マダガスカル島のオオハシモズは、1種を祖先としてそれぞれに生息地（ニッチ）に応じて14種に多様化した。
- ⑤イギリスに生息するオオシモフリエダシヤク^{ばいせん}というガには、体色が白い明色型と、黒い暗色型がある。19世紀前半までは明色型がほとんどであったが、その後工業地帯では煤煙により樹皮が黒くなり、捕食されにくい暗色型の個体が多くなった。
- ⑥⑤のオオシモフリエダシヤクでも田園地帯に生息するものは、明色型と暗色型の個体の比率は変わらなかった。

| | | |
|---------|----------|-------------------|
| A, 自然選択 | B, 生殖的隔離 | C, 地理的隔離 |
| D, 適応放散 | E, 倍数性 | F, ハーディ・ワインベルグの法則 |
- ⑦嚢胞性線維症は、CFTR遺伝子の変異が原因となる常染色体性劣性の遺伝疾患である。つまり、CFTR遺伝子は第7番染色体上に遺伝子座があり、変異があるCFTR遺伝子のホモ接合体のヒトが発症する。嚢胞性線維症は日本ではまれであり、発症率はおよそ200万人に1人である。日本人の変異があるCFTR遺伝子の遺伝子頻度はどの式で計算できるか、記号で答えよ。

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| A, $\frac{1}{200万}$ | B, $\frac{2}{200万}$ | C, $\frac{1}{\sqrt{200万}}$ |
| D, $\frac{2}{\sqrt{200万}}$ | E, $\frac{1}{200万 \times 200万}$ | F, $\frac{2}{200万 \times 200万}$ |
- ⑧アメリカに住むアシュケナージ系ユダヤ人の嚢胞性線維症の発症率は高く、およそ600人に1人が発症する。アシュケナージ系ユダヤ人は、7世紀以降、地中海沿岸⇒西欧⇒東欧⇒アメリカと移住してきた。変異があるCFTR遺伝子の遺伝子頻度が他の民族より高い理由を考えて記せ。

中期
(生物)

問1.

| | | | |
|---|---|----|--|
| ① | ア | イ | |
| | ウ | | |
| ② | | ③ | |
| ④ | | | |
| ⑤ | | 理由 | |
| ⑥ | | | |
| ⑦ | | | |
| ⑧ | | | |

問2.

| | | | |
|---|----|-----|---|
| ① | | ② | |
| ③ | | | |
| ④ | ア | イ | ウ |
| ⑤ | 名称 | 役割 | |
| ⑥ | 名称 | 他の例 | |

問3.

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|
| ① | | ② | | ③ | | ④ | | ⑤ | | ⑥ | |
| ⑦ | | | | | | | | | | | |
| ⑧ | | | | | | | | | | | |

| 受験地 | 受験番号 | | | | | | | 得点欄 |
|-----|------|--|--|--|--|--|--|-----|
| | | | | | | | | ※ |

※は記入しないこと