

生 物

I

第1問 体液とその循環に関する以下の各問い(問1～3)に答えよ。

(解答番号 ～)

問1 おおむね全ての脊椎動物で共通して、神経胚からは各胚葉が形を変えて器官が形成される。心臓が分化する部分から形成される組織・器官を、次の①～⑦のうちから二つ選べ。

なお、解答は同一欄に2箇所マークすること。

- ① 横紋筋(骨格筋) ② 平滑筋 ③ 脊椎骨 ④ 肝臓
⑤ 腎臓 ⑥ 血管 ⑦ 真皮

問2 開放血管系を持つ動物を、次の①～⑦のうちから二つ選べ。なお、解答は同一欄に2箇所マークすること。

- ① イソギンチャク ② ハマグリ ③ イカ ④ ミミズ
⑤ バッタ ⑥ ナミウズムシ(プラナリア) ⑦ カイメン

問3 ヒトの体液とその循環に関する以下の(1)～(5)の各問いに答えよ。

(1) 血液循環の中核となる脳の部分には、他に何の中核があるか。次の①～⑥のうちから当てはまるものを二つ選べ。なお、解答は同一欄に2箇所マークすること。

- ① 眼球運動 ② 摂食 ③ 睡眠
④ 呼吸運動 ⑤ 消化液の分泌 ⑥ 随意運動

(2) 頭部、肝臓、腎臓を循環する血液量が多いものから並べるとどうなるか。最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 肝臓>腎臓>頭部 ② 肝臓>頭部>腎臓 ③ 頭部>肝臓>腎臓
④ 頭部>腎臓>肝臓 ⑤ 腎臓>肝臓>頭部 ⑥ 腎臓>頭部>肝臓

(3) 血しょうに含まれるタンパク質のなかで最も量の多いものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① フィブリノーゲン ② 免疫グロブリン ③ アルブミン
④ ヘモグロビン ⑤ ビリルビン

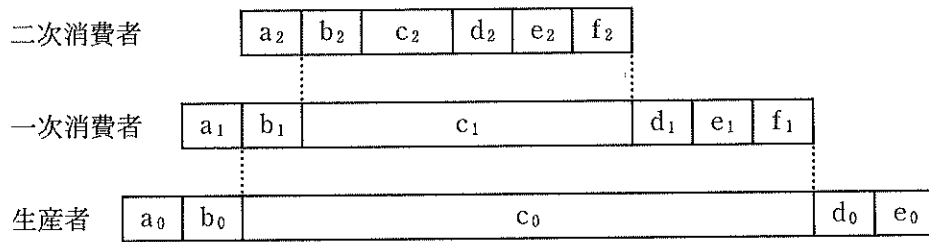
(4) 上記(3)のタンパク質は、主にどこで合成されるか。最も適当なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 骨 髄 ② リンパ節 ③ 腎 臓 ④ 肝 臓 ⑤ 胆のう

(5) 上記(3)のタンパク質のはたらきとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 組織に酸素を供給する。 ② 異物を排除する。 ③ 血液凝固に関与する。
④ 脂肪の分解を助ける。 ⑤ 血液の浸透圧を保つ。

第2問 生態系における各栄養段階の有機物の収支を示した以下の図を参考に、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕



注1：各アルファベットは特定の有機物量を、またアルファベットに続く数字は、生産者(0)、一次消費者(1)、二次消費者(2)を示している。

注2：eは熱の放出をとまなう。

注3：d, fは菌類, 細菌類に利用される。

問1 上の図のa～fに当てはまる最も適当なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 ～

- | | | | |
|-------|-----------|--------|----------|
| ① 被食量 | ② 呼吸量 | ③ 光合成量 | ④ 不消化排出量 |
| ⑤ 成長量 | ⑥ 枯死量・死滅量 | ⑦ 腐敗量 | ⑧ 摂食量 |
| ⑨ 吸収量 | ⑩ 最初の現存量 | | |

問2 生産者の純生産量として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① $a_0 + b_0 + c_0$
- ② $a_0 + b_0 + c_0 + d_0$
- ③ $a_0 + b_0 + c_0 + d_0 + e_0$
- ④ $b_0 + c_0 + d_0$
- ⑤ $b_0 + c_0 + d_0 + e_0$

問3 一次消費者の同化量として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① $a_1 + b_1 + c_1$
- ② $b_1 + c_1$
- ③ $b_1 + c_1 + d_1$
- ④ $b_1 + c_1 + d_1 + e_1$
- ⑤ $c_1 + d_1 + e_1 + f_1$

問 4 次の①～④の記述で正しいものを一つ選べ。

- ① 入射した光エネルギーと光合成で固定されるエネルギー、および総生産量(同化量)はほぼ同じである。
- ② 入射した光エネルギーと光合成で固定されるエネルギーはほぼ同じであるが、総生産量(同化量)はそれらより少ない。
- ③ 入射した光エネルギーの一部が光合成で固定されるエネルギーとなり、さらにその一部が総生産量(同化量)となる。
- ④ 入射した光エネルギーの一部が光合成で固定されるエネルギーとなり、それが総生産量(同化量)となる。

問 5 次の①～⑤の記述で正しいものを一つ選べ。

- ① 地球全体の現存量のほとんどは海洋に存在する。
- ② 地球全体の現存量は海洋に約 70 %、陸地に約 30 % が存在する。
- ③ 地球全体の現存量は海洋、陸地でほぼ同じである。
- ④ 地球全体の現存量は陸地に約 70 %、海洋に約 30 % が存在する。
- ⑤ 地球全体の現存量のほとんどは陸地に存在する。

問 6 純生産量に関する次の文の空欄ア～オに最も適当な語を、下の語群からそれぞれ一つずつ選べ。 ～

地球上の陸地における純生産量を世界全体で見ると、 が最も大きく、次に, , と続き、 は大変小さい。一方、純生産量を単位面積当たりの平均値で比較すると、 と が大きく、 や がこれに続き、 は他と比べ大変小さい。

[語 群]

- ① 農耕地 ② 草原 ③ 湿原 ④ 荒原 ⑤ 森林

第3問 人類の進化に関する次の文を読み、以下の各問い(問1～6)に答えよ。

(解答番号 ～)

現生の哺乳類の祖先と考えられる化石が中生代 の地層から発見されている。その後、6600万年前、 末におこった大量絶滅を生き延びた哺乳類の中に霊長類の祖先がいた。それは、現生の に似た、 に近い形態と習性をもっていたと考えられている。新生代に入ると、霊長類は に適応して多様化し、現生の に似た が現れ、その後、オマキザルやオナガザルなどの が出現した。約2200万年前の地層からは、 の祖先とされる化石が発見されている。また、最古の人類化石は、アフリカの 年前の地層から発見されており、現生人類の直接の祖先は、アフリカで 年前に出現した。

問1 上の文中の空欄A～Kに最も適当な語を、次の各語群よりそれぞれ一つずつ選べ。

～

[語群A, B]

- ① ジュラ紀 ② ペルム紀 ③ 石炭紀 ④ デボン紀
⑤ 白亜紀 ⑥ 三畳紀 ⑦ 新第三紀

[語群C, F]

- ① カモノハシ ② モグラ ③ ツパイ
④ キツネザル ⑤ テナガザル

[語群D, G, H, I]

- ① 単孔類 ② 真獣類 ③ 食虫類 ④ 真猿類
⑤ 原猿類 ⑥ 類人猿 ⑦ 猿人類

[語群E]

- ① 地上生活 ② 半樹上生活 ③ 樹上生活

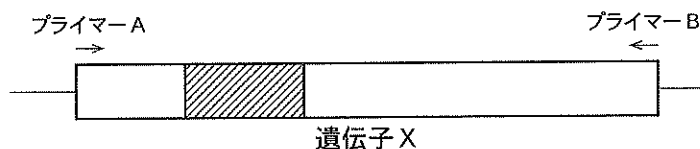
[語群J, K]

- ① 1000万 ② 700万 ③ 400万 ④ 200万
⑤ 100万 ⑥ 50万 ⑦ 20万 ⑧ 10万

II PCR を利用した実験に関する以下の各問い(問1～6)に答えよ。解答は記述式解答用紙に記入せよ。

下の模式図は、ある動物において遺伝子 X が存在する DNA の領域を示し、長方形は遺伝子 X の転写開始点から終了点までを、横線は遺伝子 X の周辺の DNA 領域を表している。また、斜線部分は特定の短い塩基配列が繰り返される反復多型領域とよばれる領域で、繰り返し回数は個体毎に異なることがわかっている。よって、遺伝子 X を表す長方形内にしめる反復多型領域の大きさは、必ずしも精密には図示されていない。また、遺伝子 X 内にはこの他にはよく似た塩基配列が繰り返される領域は存在しない。さらに、遺伝子 X のイントロンは多くとも2つしかないことがわかっている。

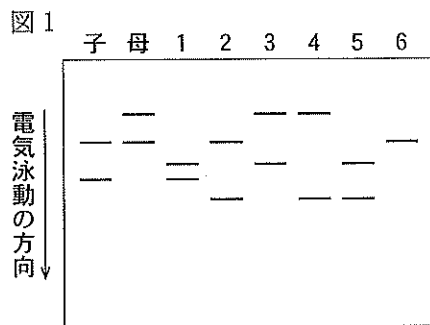
いま、模式図に示す1組のプライマー A, B(それぞれの5'末端部分は遺伝子 X の転写開始点および終了点に対応)を用いて実験1～4を行った。矢印は、それぞれのプライマーから DNA が伸長する方向を示している。PCR を用いると、1組のプライマーではさまれた特定の DNA 領域(今回の実験では、長方形で表される遺伝子 X の領域)を短時間で複製できるが、複製する領域が一定以上に大きい場合や、使用したプライマーが DNA 領域に相補的に結合しない場合には複製は起こらない。



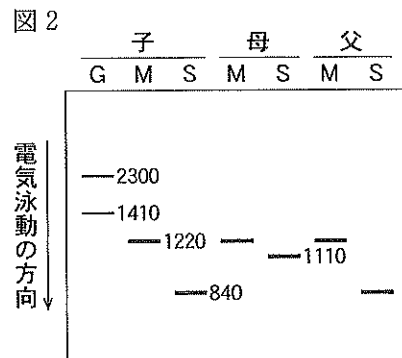
【実験1】 ある動物の母子と成体のオス6匹を準備した。

6匹のオスの中には父個体が含まれている。父個体を同定するため、個体毎に血液からDNAを採取し、それぞれのDNAを鋳型にしてPCRを行った。

【結果1】 PCR産物を電気泳動して得られた結果が図1で、数字は個体番号を示している。実験1から父個体が同定できた。



【実験2】 母子および実験1で同定した父個体について、筋肉および卵巣もしくは精巣の細胞(ただし、精子や卵は含まない。以下、生殖腺とよぶことにする)からmRNAを採取した。mRNAは試験管内で逆転写反応を行う事でmRNAと相補的な塩基配列をもつ一本鎖のDNA(cDNA)にできる。実験2では、mRNAの全長が逆転写されたcDNAを鋳型にして実験1と同じ条件でPCRを行った。



【結果 2】 PCR 産物を電気泳動した結果が図 2 である。なお、G は血液から得た DNA を鋳型に PCR したもので、図 1 の左端と同じ PCR 産物である。M と S は、それぞれ筋肉および生殖腺由来のサンプルから得た cDNA を鋳型にした PCR 産物であることを示す。バンドの横の数字はそれぞれの PCR 産物 (DNA 断片) の長さを塩基対 (以下 bp と略) で示しているが、長さが同じバンドについては 1 か所だけに記載してある。

【実験 3】 実験 2 で得た全てのバンドについて塩基配列の解析を行った。

【結果 3-1】 調べた全てのサンプルで完全に塩基配列が一致していたのは、プライマー A に相補的な部分 (以降は“プライマー A 部分”と略) を含む 450 bp の領域と、プライマー B 部分を含む 390 bp の領域のみであった。

【結果 3-2】 調べた全ての M と母個体の S で完全に塩基配列が一致していたのは、プライマー A 部分を含む 720 bp の領域と、プライマー B 部分を含む 390 bp の領域のみであった。

【結果 3-3】 調べた全ての G および M で完全に塩基配列が一致していた領域の 1 つは、結果 3-1 のプライマー A 部分を含む 450 bp の領域であった。

【実験 4】 実験 2 で得た全てのバンドをクローニングし、それぞれ人工的に転写翻訳反応を行った。

【結果 4-1】 母個体の S、および全ての個体の M からは、完全に一致する 140 個のアミノ酸のつながった配列 (以降 aa と略) からなる 1 種類のポリペプチドが得られた。

【結果 4-2】 父個体の S からは 220 aa の 1 種類のポリペプチドが得られた。このポリペプチドのアミノ酸配列と、結果 4-1 の 140 aa のアミノ酸配列とは、先頭のメチオニンから 120 番目までが完全に一致していた。

問 1 実験 1 について、多くの個体で 1 個体につき 1 本ではなく 2 本のバンドが検出された理由を 30 字以内で述べよ。

問 2 実験 1 について、個体番号 6 では他の多くの個体と異なり、検出されたバンドは 1 本のみであった。この理由として考えられる 3 つの可能性をそれぞれ 30 字以内で述べよ。

問 3 実験 1 から、父個体として最も適当なものは個体番号 1 ~ 6 のどれか。

問 4 実験 1 と異なり、実験 2 の M や S のサンプルでは検出されたバンドが 1 本のみであった理由を 40 字以内で述べよ。

問 5 実験 1～4 の結果を総合して、遺伝子 X の構造に関する以下の(1)～(5)の各問いに答えよ。

- (1) 遺伝子 X の翻訳は転写開始点から何番目の塩基からはじまるか。
- (2) 遺伝子 X の 1 番目のエキソンの大きさは何 bp か。
- (3) 遺伝子 X に 2 番目のイントロンが存在する場合、その大きさは何 bp か。
- (4) 父個体の M では、遺伝子 X の翻訳の終止コドンの 1 番目の塩基があるのは、その塩基が存在するエキソンの最初から何番目か。
- (5) 父個体の S では、遺伝子 X の翻訳の終止コドンの 1 番目の塩基があるのは転写の終了点から何 bp 離れた位置か。

問 6 子個体の性別はオスかメスか。