

生 物

I

(1) 視覚器に関する次の文章を読み、以下の問い1)～5)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 14]

ヒトの目はカメラに似た構造をもっている。カメラのレンズに相当するのが 1 で、ひとみ（瞳孔）から入った光はここで屈折し、フィルムに相当する 2 の上に像を結ぶ。入ってくる光の量を調節するのが 3 で、これはカメラのしほりに相当する。明るいときには 4 が収縮し、暗いときには 5 が収縮して、<sup>a)</sup>ひとみの大きさを調節している。イ) 1 は見る物体との距離によって厚みを変化させ、2 の上に正しい像が結ばれる。2 には光を感じる2種類の視細胞が並んでいる。このうち、うす暗いところでもはたらく高感度の視細胞は 6 で、2 の 7 に多く分布する。視細胞に光があたると、2 の神経細胞が興奮する。その興奮は視神経によって脳に伝えられる。2 の視神経繊維が束になって出ていく部分では、視神経が 2 を貫いているため視細胞が分布していない。したがって、この部分に光があたっても見えない。ウ) この部分を 8 という。

1) 上の文章中の空欄 1 ～ 8 に入る最も適当なものを、次の①～⑯の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- |         |        |         |         |
|---------|--------|---------|---------|
| ① 角膜    | ② 強膜   | ③ こう彩   | ④ チン小体  |
| ⑤ 毛様筋   | ⑥ ガラス体 | ⑦ 水晶体   | ⑧ 前眼房   |
| ⑨ 網膜    | ⑩ 黄斑   | ⑪ 盲斑    | ⑫ 瞳孔括約筋 |
| ⑬ 瞳孔散大筋 | ⑭ 脈絡膜  | ⑮ 中心    | ⑯ 周辺    |
| ⑰ かん体細胞 | ⑱ 錐体細胞 | ⑲ 視神経細胞 |         |

2) 下線部ア)の明るさに応じてひとみの大きさを調節する仕組みとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

9, 10

- ① 明るいときには交感神経が 4 を収縮させる。
- ② 明るいときには副交感神経が 4 を収縮させる。
- ③ 明るいときには視神経が 4 を収縮させる。
- ④ 4 には光を感じる性質があり、明るくなると自動的に収縮する。
- ⑤ 暗いときには交感神経が 5 を収縮させる。
- ⑥ 暗いときには副交感神経が 5 を収縮させる。
- ⑦ 暗いときには視神経が 5 を収縮させる。
- ⑧ 5 には光を感じる性質があり、暗くなると自動的に収縮する。

3) 下線部イ)の、 1 が見る物体の距離によって厚みを変化させる仕組みとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

11, 12

- ① 近くを見るときには毛様筋がゆるみ 1 が薄くなる。
- ② 近くを見るときには毛様筋がゆるみ 1 が厚くなる。
- ③ 近くを見るときには毛様筋が収縮し 1 が薄くなる。
- ④ 近くを見るときには毛様筋が収縮し 1 が厚くなる。
- ⑤ 遠くを見るときには毛様筋がゆるみ 1 が薄くなる。
- ⑥ 遠くを見るときには毛様筋がゆるみ 1 が厚くなる。
- ⑦ 遠くを見るときには毛様筋が収縮し 1 が薄くなる。
- ⑧ 遠くを見るときには毛様筋が収縮し 1 が厚くなる。

4) 簡単な実験によって下線部ウ)の 8 の存在を実感し、その位置を調べることができる。その実験では、図1のように、白い厚紙に+を書き、そこから右の水平方向に7 cm 離して●を書いた検出板を用いる。左目を閉じ、右目でその正面前方におかれた検出板の+を正視する。目を動かさずにして検出板を前後に動かし、●が見えなくなる検出板の位置を探す。●が見えなくなったときの、検出板と目のレンズの距離を測定する。ある人がこの実験を行ったところ、レンズと検出板の距離が20 cm のとき、●が見えなくなった。8 は網膜の中心から約何 cm 離れているか。最も適当な距離を、次の①～⑤の中から1つ選べ。ただし、レンズから網膜の中心までの距離を2 cm とする。

13

- ① 約 0.3 cm      ② 約 0.7 cm  
 ③ 約 1.0 cm      ④ 約 1.3 cm  
 ⑤ 約 1.7 cm

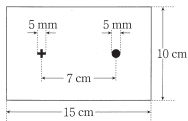


図1 検出板

5) 前問と同じ人で、図1の+と●の距離を8 cm にして同様の実験を行う。このとき●が見えなくなる検出板の位置は目のレンズから約何 cm 離れていると予想されるか。最も適当な距離を、次の①～⑤の中から1つ選べ。14

- ① 約 17 cm      ② 約 19 cm      ③ 約 21 cm      ④ 約 23 cm      ⑤ 約 27 cm

(2) 生体防御に関する次の文章を読み、以下の問い1)～5)に答えよ。

〔解答番号 15 ～ 24 〕

体内に侵入した細菌類やウイルスなどの病原体に対して、これらを排除する免疫というしくみがある。免疫では、白血球が重要な働きをする。免疫は生まれつき備わった 15 免疫と、生後にさまざまな病原体や異物と出会うことで発達していく 16 免疫とに分けられる。また、免疫には 17 性免疫と 18 性免疫がある。前者では体内に侵入した病原体や異物に対して特異的に結合する抗体が生成される。

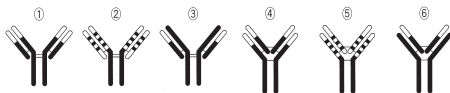
1) 前述の文章の空欄 15 ～ 18 に入る最も適当なものを、次の①～⑪の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- |       |      |        |        |
|-------|------|--------|--------|
| ① 自然  | ② 発達 | ③ 初期   | ④ 獲得   |
| ⑤ 後期  | ⑥ 体液 | ⑦ 細胞   | ⑧ リンパ球 |
| ⑨ 顆粒球 | ⑩ 血清 | ⑪ 血しょう |        |

2) 下線部ア)の白血球に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 19 , 20

- ① すべての白血球は骨髄でつくられる。
- ② 抗体をつくるのはB細胞である。
- ③ これまでに会ったことのない病原菌が侵入すると、T細胞がこれを取りこみ分解する。
- ④ T細胞は胸腺で成熟する。
- ⑤ 活性化したT細胞から放出されるインターロイキンと呼ばれる物質は、直接病原菌に作用して傷害を与える。
- ⑥ T細胞は臓器移植の際の拒絶反応に関わっている。

3) 抗体は免疫グロブリンというタンパク質で、4本のポリペプチド（2本のH鎖と2本のL鎖）が結合したものである。抗体は基本的には同じような構造をしているが、抗体の種類によってアミノ酸配列の異なる部分があり、さまざまな病原体に結合できる。この部分を可変部と呼び、それ以外の部分を定常部と呼ぶ。抗体の模式図として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。ただし、模式図では可変部を白、定常部を黒で示している。 21



- 4) 図2は病原菌 A の1回目の侵入と、2回目の侵入に対する抗体の産生量の関係を示したグラフである。2回目の病原菌 A の侵入のときの抗体の産生量を示すグラフとして、最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 22

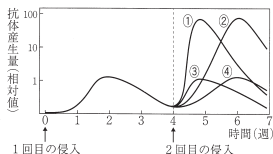


図2 病原菌 A の侵入に対する抗体の産生量の変化

- 5) 抗体の多様性に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 23 , 24

- ① 1つの抗体産生細胞から複数種の抗体が作られる。
- ② 抗体の多様性には免疫グロブリンの遺伝子の塩基配列の変化が関わっている。
- ③ 抗体の多様性には免疫グロブリン遺伝子の DNA の再編成が関わっている。
- ④ 抗体は病原菌のさまざまな部分の立体構造を認識するので、一種類の病原菌に対して複数種の抗体が結合する。
- ⑤ 抗体産生細胞の核にある DNA の塩基配列は、他の体細胞の核にある DNA の塩基配列と同一である。

## Ⅱ

- (1) 生態系におけるエネルギーの流れに関する次の文章を読み、以下の問い1)と2)に答えよ。

〔解答番号 25 ～ 33 〕

生物群集の活動は生産者の総生産量、すなわち光合成などによって固定されたエネルギー量に依存している。生産者の総生産量のうち、生産者の呼吸に用いられなかった残りを 25 量という。光合成によって得られたエネルギーは食物連鎖などにそって移動していき、その過程で 26 と分解者によって利用される。その際に各栄養段階で呼吸によるエネルギーの消費があることから、栄養段階が進むにつれて利用できるエネルギー量は減少する。また、27 量と 28 量の分も上位栄養段階の生物に利用されない。すなわち、太陽からのエネルギーは、光合成によって有機物中に 29 エネルギーの形で蓄えられ、これが分解者を含む各栄養段階において少しずつ、30 エネルギーとして消費されてしまうので再利用できないことになる。一方、有機物を構成する炭素・窒素・リン・硫黄などの物質は再利用されながら生態系の中を循環する。

- 1) 上の文章中の空欄 25 ～ 30 に入る最も適当なものを、次の①～⑯の中からそれぞれ1つずつ選べ。ただし、27、28 については解答の順序は問わない。

- |         |       |        |         |
|---------|-------|--------|---------|
| ① 消費者   | ② 純生産 | ③ 呼吸   | ④ 成長    |
| ⑤ 枯死・死滅 | ⑥ 被食  | ⑦ 同化   | ⑧ 運動    |
| ⑨ 活性化   | ⑩ 光   | ⑪ 熱    | ⑫ 弾性    |
| ⑬ 化学    | ⑭ 腐食者 | ⑮ 被捕食者 | ⑯ 不消化排出 |

- 2) 次の表1は3つの森林生態系で調査された年間の総生産量と呼吸量を示している。表1を参考にして、以下のア～ウの文章中の空欄 31 ～ 33 に入る最も適当な数値を、次の①～⑪の中からそれぞれ1つずつ選べ。

表1 各生態系の総生産量と呼吸量

| 生態系の種類     | 森林生態系 A | 森林生態系 B | 森林生態系 C |
|------------|---------|---------|---------|
| 生産者の総生産量   | 21000   | 24000   | 50000   |
| 独立栄養生物の呼吸量 | 12000   | 9000    | 32000   |
| 消費者の呼吸量    | 7000    | 33      | 13000   |

kcal/(m<sup>2</sup>・年)

- ア 森林生態系 C における生産者の純生産量は 31 kcal/(m<sup>2</sup>・年) である。
- イ 森林生態系 A における群集の純生産量は 32 kcal/(m<sup>2</sup>・年) である。なお、生態系内群集の純生産量は、生産者による純生産量が動物などの従属栄養生物の呼吸によって消費された残りである。
- ウ 森林生態系 B における消費者の呼吸量は 33 kcal/(m<sup>2</sup>・年) である。なお、森林生態系 B における、群集の純生産量は生産者の総生産量の 50 % である。

- ① 1000      ② 2000      ③ 3000      ④ 4000      ⑤ 5000      ⑥ 10000  
 ⑦ 12000    ⑧ 14000    ⑨ 16000    ⑩ 18000    ⑪ 20000

- (2) 生態系における窒素循環と微生物に関する次の文章を読み、以下の問い1)と2)に答えよ。

[解答番号 34 ~ 43]

窒素は生物体の構成物質として重要な役割を果たしている。しかし大気中に約80%もの分子状窒素( $N_2$ )がありながら、植物はこれをほとんど利用できない。一般に植物は、土壌や水に溶けている 34 や 35 を根から吸収して、窒素同化をしている。動物などの 36 は、この植物を食べて窒素を取り入れている。生物の遺体・排出物などは、土壌や水の中の分解者の働きで形が変えられ、窒素は 35 となり、さらに 37 によって 34 となって、再び植物に利用される。

土壌中には、37 のほか、34 を植物が利用できない $N_2$ に変える 38 がいたり、 $N_2$ をアンモニアに還元して窒素固定をする 39 , 40 , 根粒菌などの窒素固定細菌がいたりすることから農業に大きな影響を与える。このように、<sup>ア)</sup>微生物には人の生産と密接に関わるものが多数存在する。

- 1) 上の文章中の空欄 34 ~ 40 に入る最も適当なものを、次の①~⑭の中からそれぞれ1つずつ選べ。ただし、39 , 40 については解答の順序は問わない。

- ① 硝化細菌    ② 硫黄細菌    ③ 担子菌    ④ アゾトバクター  
⑤ 変形菌    ⑥ 脱窒素細菌    ⑦ クロストリジウム    ⑧ ケイ藻  
⑨ 生産者    ⑩ 消費者    ⑪ 寄生者    ⑫ アンモニウム塩  
⑬ 硫酸塩    ⑭ 硝酸塩

- 2) 下線部ア)の代表として酵母菌がある。いま酵母菌が酸素を32mg使って308mgの二酸化炭素を出した場合、以下のA~Cの文章中の空欄 41 ~ 43 に入る最も適当な数値を、次の①~⑰からそれぞれ1つずつ選べ。ただし、酵母菌は好気呼吸とアルコール発酵のみを行うものとする。また原子量はC=12, H=1, O=16とする。

- A 好気呼吸で消費されたグルコースは 41 mgである。  
B アルコール発酵で発生した二酸化炭素は 42 mgである。  
C アルコール発酵で消費されたグルコースは 43 mgである。

- ① 0.013    ② 0.13    ③ 0.22    ④ 2.2    ⑤ 20  
⑥ 30    ⑦ 40    ⑧ 50    ⑨ 60    ⑩ 132  
⑪ 176    ⑫ 220    ⑬ 264    ⑭ 420    ⑮ 480  
⑯ 540    ⑰ 600



(3) 集団遺伝学に関する次の文章を読み、以下の問い1)～3)に答えよ。

[解答番号 44 ～ 50 ]

集団遺伝学では次のような5つの条件を満たす集団を仮定することがある。

- ・ 集団の 44 が十分に多い。
- ・ 突然変異がおこらない。
- ・ 集団内で個体の出入りがおこらない。
- ・ 45 に交配が行われる。
- ・ 46 が働かない。

このような集団では世代を何代重ねても遺伝子頻度が変化しない。これを 47 の法則という。

1) 上の文章中の空欄 44 ～ 47 に入る最も適当なものを、次の①～⑬の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- |        |               |              |        |
|--------|---------------|--------------|--------|
| ① 自然選択 | ② ハーディ・ワインベルグ | ③ 染色体        | ④ 自由   |
| ⑤ 変異   | ⑥ メンデル        | ⑦ 遺伝子        | ⑧ 階層構造 |
| ⑨ 個体数  | ⑩ 反作用         | ⑪ ボイセン イエンセン | ⑫ 連鎖群  |
| ⑬ 選択的  |               |              |        |

2) 47 の法則が成り立つあるヒトの集団で、ABO 式血液型に関与する対立遺伝子のうち、遺伝子頻度はA型の血液型遺伝子Aが0.5で、B型の血液型遺伝子Bは0.3であった。この集団内における血液型B型、O型の割合として最も適当な数値を、次の①～⑬の中からそれぞれ1つずつ選べ。

B 型: 48 %    O 型: 49 %

- |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| ① 2  | ② 3  | ③ 4  | ④ 5  | ⑤ 9  | ⑥ 10 |
| ⑦ 12 | ⑧ 20 | ⑨ 21 | ⑩ 30 | ⑪ 33 | ⑫ 45 |
| ⑬ 50 | ⑭ 70 | ⑮ 80 | ⑯ 85 | ⑰ 90 |      |

3) Rh 式血液型は対立遺伝子Dとdによって決定され、遺伝子型DD, DdはRh<sup>+</sup>型で、ddはRh<sup>-</sup>型になる。前問と同様に 47 の法則が成り立つ、あるヒトの集団で、集団内におけるRh<sup>-</sup>型は9%である。この集団内におけるdの遺伝子頻度として最も適当な数値を、次の①～⑬の中から1つ選べ。 50

- |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.03 | ② 0.04 | ③ 0.09 | ④ 0.16 | ⑤ 0.30 | ⑥ 0.64 |
| ⑦ 0.70 | ⑧ 0.84 | ⑨ 0.91 | ⑩ 0.96 | ⑪ 0.97 | ⑫ 0.98 |