

I 次の文章を読んで、下の問い(問1～問7)に答えよ。(25点)

体内に侵入した病原体や有害物質を、非自己として認識して除去するしくみを免疫という。[1] 免疫は、動物が生まれながらにしてもっている生体防御機構である。その機構において、ア) 強い食作用を示す白血球は、体内に侵入した異物を細胞の中に取り込み分解して排除する。[1] 免疫をすり抜けて侵入した異物には、イ) B細胞とT細胞が中心となってはたらき、その異物を排除する。これらの細胞のうちの一部は記憶細胞となり、ウ) 同じ異物が再び侵入すると、記憶細胞が速やかに反応し、その異物を排除する。このように、B細胞とT細胞によって認識され攻撃の対象となる異物を抗原といい、抗原と特異的に結合する[2] を抗体という。

問1 文章中の空欄 [1] , [2] に入る最も適当なものを、次のそれぞれの解答群から選べ。

< [1] の解答群 >

- ① 獲得(適応) ② 細胞性 ③ 自然
④ 体液性 ⑤ 能動

< [2] の解答群 >

- ① 核酸 ② タンパク質 ③ 糖質
④ ホルモン ⑤ リン脂質

問2 文章中の下線部ア)について最も適当なものを、次の①～⑤から選べ。

[3]

- ① A細胞 ② 形質細胞(抗体産生細胞)
③ NK(ナチュラルキラー)細胞 ④ マクロファージ
⑤ リンパ球

問3 文章中の下線部イ)に関する記述として誤っているものを、次の①～⑧から2つ選べ。ただし、順序は問わない。

4

5

- ① キラー T 細胞は、記憶細胞にはならない。
- ② キラー T 細胞は、病原体に感染した細胞やがん細胞を攻撃する。
- ③ T 細胞は、樹状細胞から抗原提示を受けて活性化され、増殖する。
- ④ B 細胞と T 細胞が関わる免疫は、 免疫に比べて効果が現れることが遅い。
- ⑤ B 細胞と T 細胞は、骨髄にある造血幹細胞からつくられる。
- ⑥ B 細胞は、骨髄で分化する。
- ⑦ ヘルパー T 細胞は、抗体が抗原に結合することを助ける。
- ⑧ ヘルパー T 細胞は、体液によって感染部位へ運ばれる。

問4 文章中の下線部ウ)のしくみを何というか。最も適当なものを、次の①～⑤から選べ。

6

- ① 一次応答
- ② 拒絶反応
- ③ 抗原提示
- ④ 免疫寛容
- ⑤ 免疫記憶

問5 下線部ウ)に関する次の記述 a～c のうち正しいものはどれか。最も適当なものを、下の解答群から選べ。 7

a. 1回目の抗原の侵入時に比べて、2回目の侵入時の方が、抗体の産生量は多い。

b. 1回目の抗原の侵入時には、B細胞とT細胞がはたらく免疫と 1 免疫の両方が反応する。

c. 2回目の抗原の侵入時には、 1 免疫は反応しない。

<解答群>

- ① a ② b ③ c ④ aとb
⑤ aとc ⑥ bとc ⑦ aとbとc
⑧ a, b, cのいずれでもない

問6 下線部ウ)のしくみを用いて、特定の病原体による感染症を予防するために、ワクチンを接種する方法がある。ワクチンで予防できる疾患として最も適当なものを、次の①～⑤から選べ。 8

- ① アナフィラキシー ② 関節リウマチ ③ ぜんそく
④ 結核 ⑤ 糖尿病

問7 抗体に関する次の文章中の空欄 **9** , **10** に入る最も適切なものを, 下のそれぞれの解答群から選べ。

形質細胞が中心となっておこる, 抗体による免疫反応を **9** 免疫という。ひとつの形質細胞は1種類の抗原に対する抗体のみを産生するが, 同じ抗原を認識する **10** によってB細胞が活性化されると, 増殖・分化し, 多量の抗体を産生できる。

< **9** の解答群 >

- ① 獲得 (適応) ② 細胞性 ③ 自然
- ④ 体液性 ⑤ 能動

< **10** の解答群 >

- ① キラー T 細胞 ② 好中球 ③ 樹状細胞
- ④ マクロファージ ⑤ ヘルパー T 細胞

II 次の文章を読んで、下の問い(問1～問6)に答えよ。(25点)

陸上には草原や森林など様々な植生が存在する。植生は、周囲の環境の影響を受け、長い年月をかけて移り変わる。このことを遷移という。ア) 火山の噴火によって溶岩で覆われた裸地に先駆種が生育を始めると、植生は先駆種がまばらに生えた荒原となる。その後、徐々に土壌が形成されると、イタドリなどが定着し、荒原は草原に移行する。さらに土壌の形成が進むと、草原にはやがて樹木が侵入して、(あ) → (い) → (う) と植生が移り変わりながら森林が形成されていき、長年にわたり植物種の組成が安定した_{イ)} 極相となる。

問1 文章中の下線部ア)に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

11

- ① 下線部ア)のような生物の存在しない裸地から始まる遷移を二次遷移という。
- ② 下線部ア)のような裸地から始まる遷移は、森林の伐採の跡地から始まる遷移よりも比較的短時間で進行する。
- ③ 下線部ア)のような裸地では、土壌中に種子や地下茎が豊富に残っている場合が多い。
- ④ 先駆種の種子は重く、拡散しにくい特徴がある。
- ⑤ 先駆種として、地衣類やコケ植物などが生育する。

問2 文章中の空欄（あ）～（う）に入る最も適当な組み合わせを、次の表の①～⑥から選べ。

12

	(あ)	(い)	(う)
①	陰樹林	低木林	陽樹林
②	陰樹林	陽樹林	低木林
③	低木林	陰樹林	陽樹林
④	低木林	陽樹林	陰樹林
⑤	陽樹林	陰樹林	低木林
⑥	陽樹林	低木林	陰樹林

問3 文章中の下線部イ)について、日本の照葉樹林の極相を形成する（う）の樹種として、最も適当なものを、次の①～⑤から選べ。

13

- ① アカマツ ② オリーブ ③ コナラ
 ④ スダジイ ⑤ ヤシャブシ

問4 光環境は、植生と密接に関係する。図は、ある陽生植物における光の強さと二酸化炭素の吸収速度の関係を示している。図に関する次の問い(1)~(3)に答えよ。

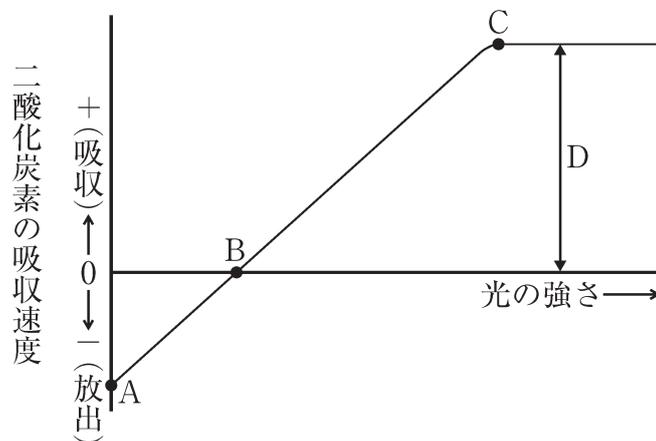


図 光の強さと二酸化炭素の吸収速度の関係

(1) 図中の点 B の光の強さと矢印 D が示す速度は、それぞれ何を表しているか。最も適当な組み合わせを、次の表の①~⑥から選べ。

14

	点 B の光の強さ	矢印 D が示す速度
①	光飽和点	光合成速度
②	光飽和点	呼吸速度
③	光飽和点	見かけの光合成速度
④	光補償点	光合成速度
⑤	光補償点	呼吸速度
⑥	光補償点	見かけの光合成速度

(2) 図に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

15

- ① 点 A の光の強さでは、呼吸速度はゼロになる。
- ② 点 B の光の強さでは、光合成速度はゼロになる。
- ③ 点 B から点 C までの光の強さでは、呼吸速度が見かけの光合成速度を上回る。
- ④ 点 B の光の強さでは、呼吸速度と光合成速度が等しくなる。
- ⑤ 点 B の光の強さでは、見かけの光合成速度が呼吸速度を上回る。

(3) 一般的な陽生植物と陰生植物を比較した場合、次の記述①～⑤のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

16

- ① 陽生植物の方が陰生植物よりも光飽和点が低い。
- ② 光飽和点において、陽生植物の方が陰生植物よりも光合成速度と見かけの光合成速度のどちらも大きくなる。
- ③ 陽生植物の方が陰生植物よりも呼吸速度は小さい。
- ④ 陽生植物の方が陰生植物よりも光補償点が低い。
- ⑤ 光補償点において、陽生植物の方が陰生植物よりも光合成速度は小さくなる。

問5 光と森林の階層構造や遷移の関係に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

17

- ① 階層構造が発達した日本の森林では、林冠の多くは低木層で占められる。
- ② 階層構造が発達した森林では、林床に届く光の強さは林冠の約80%である。
- ③ 遷移によって林床に届く光量が少なくなると、光補償点の高い樹種の幼木は育ちにくくなる。
- ④ 階層構造が発達した森林の林床の弱い光のもとでは、極相樹種の幼木は生育できない。
- ⑤ 階層構造が発達した森林において、林冠に大きなギャップができて林床まで十分に光が届くようになると、極相樹種の方が先駆樹種よりも早く成長する。

問6 伊豆大島では過去に何度も噴火が起こり、噴出した溶岩による裸地の形成によって、遷移の開始時期が異なる地点が複数存在する。表は、伊豆大島における噴出年代の異なる3地点（地点X～地点Z）について、植生と環境の違いを調査した結果である。表に関する次の問い(1)～(3)に答えよ。ただし、表内の(あ)と(う)は、問2の(あ)と(う)に入るものと同じとする。

	地点X	地点Y	地点Z
溶岩噴出後の経過年数(年)	10	(a)	180
植生	荒原	(う)	(あ)
土壌中の有機物量(%)	0.3	(b)	6.4
(e)	0.1	37	0.8
植物種数(種)	(c)	(d)	21
(f)	0.6	12.5	2.8

(1) 表中の(a)と(b)に入る最も適当な組み合わせを、次の表の①～⑨から選べ。

18

	(a)	(b)
①	1	0.1
②	1	5.5
③	1	31
④	60	0.1
⑤	60	5.5
⑥	60	31
⑦	4000	0.1
⑧	4000	5.5
⑨	4000	31

- (2) 表中の (c) と (d) に入る最も適当な組み合わせを、次の表の①～⑨から選べ。

19

	(c)	(d)
①	3	3
②	3	33
③	3	333
④	33	3
⑤	33	33
⑥	33	333
⑦	333	3
⑧	333	33
⑨	333	333

- (3) 表中の (e) と (f) に入る最も適当な組み合わせを、次の表の①～⑥から選べ。ただし、土壌の厚さは、腐植を多く含む層の厚さとする。

20

	(e)	(f)
①	植生の高さ (m)	地表の照度 (%)
②	植生の高さ (m)	土壌の厚さ (cm)
③	地表の照度 (%)	植生の高さ (m)
④	地表の照度 (%)	土壌の厚さ (cm)
⑤	土壌の厚さ (cm)	地表の照度 (%)
⑥	土壌の厚さ (cm)	植生の高さ (m)

Ⅲ 光合成に関する下の問い(問1～問3)に答えよ。(25点)

問1 次の文章の空欄 21 ～ 24 に入る最も適当なものを，下の解答群から選べ。

光合成は，チラコイドでの反応とストロマでの反応に分けることができる。チラコイド膜には，光化学系Ⅰと光化学系Ⅱがあり，光エネルギーにより 21 が活性化され，高エネルギー状態の 22 が放出される。この 22 を用いて， 23 が生成される。また，チラコイド膜にある 24 合成酵素により 24 が生成される。ストロマでは 23 と 24 を用いて有機物が合成される。

<解答群>

- | | | |
|---------|-----------|----------|
| ① カロテン | ② キサントフィル | ③ クロロフィル |
| ④ 酸素 | ⑤ 電子 | ⑥ 陽子 |
| ⑦ ATP | ⑧ GTP | ⑨ NADH |
| ⑩ NADPH | | |

問2 次の文章の空欄 25 ～ 29 に入る最も適当なものを、下の解答群から選べ。

イネやダイズなどの多くの植物は C_3 植物といわれ、ストロマにおいて、ルビスコの略称で知られる酵素により C_5 化合物である 25 から2分子の C_3 化合物である 26 がつくられる。26 からは何段階かの反応を経て 25 が再生される。この循環する炭酸同化反応系を 27 とい、この反応系により有機物が合成される。一方で、光の強いところで良く育つサトウキビやトウモロコシは、二酸化炭素を取り込む経路として 27 とは異なる経路をもつ。この経路では 28 と二酸化炭素から C_4 化合物である 29 がつくられる。この経路をもつ植物を C_4 植物という。

<解答群>

- ① オキサロ酢酸
- ② カルビン回路 (カルビン・ベンソン回路)
- ③ クエン酸回路
- ④ フルクトース 1,6-ビスリン酸
- ⑤ ホスホエノールピルビン酸 (PEP)
- ⑥ ホスホグリセリン酸 (PGA)
- ⑦ リブロース 1,5-ビスリン酸 (RuBP)
- ⑧ ピルビン酸

問3 C_4 植物の光合成の特徴に関する次の記述①～⑤のうち、誤っているものを選べ。

30

- ① C_3 植物と比べて、光合成に適した温度が高い。
- ② 強光下での光合成速度が小さい。
- ③ 光飽和点が高い。
- ④ 葉肉細胞だけでなく維管束鞘細胞も光合成に関わる。
- ⑤ CO_2 濃度が低い条件下でも効率よく光合成をおこなうことができる。

IV 次の文章を読んで、下の問い(問1～問4)に答えよ。(25点)

受精卵は、その個体のすべての^{ア)}各種の細胞に分化することができる。この性質のことを **31** という。また、すべてではないが、いくつかの種類細胞に分化する能力を **32** という。動物の発生が進むにつれて、ほとんどの体細胞は **32** を失うが、**32** を維持したまま自己複製できる細胞もある。この細胞を幹細胞という。幹細胞は、体の組織に含まれ、その組織に細胞を供給し続けることができる。

現在、**32** をもつ細胞を人工的に得ることができる。主なものは、^{イ)}マウスやヒトの初期胚の胎児になる部分を取り出し培養することで作製する **33** と、マウスやヒトの皮膚細胞に4種類の遺伝子を人為的に発現させることで作製する **34** である。

問1 文章中の空欄 **31** ～ **34** に入る最も適当なものを、それぞれの解答群から選べ。

< **31** ・ **32** の解答群 >

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 顕性 | ② 恒常性 | ③ 再現性 |
| ④ 潜性 | ⑤ 全能性 | ⑥ 相補性 |
| ⑦ 多能性 | ⑧ 多様性 | |

< **33** ・ **34** の解答群 >

- | | | |
|---------|--------|---------|
| ① A細胞 | ② B細胞 | ③ ES細胞 |
| ④ iPS細胞 | ⑤ NK細胞 | ⑥ T細胞 |
| ⑦ 形質細胞 | ⑧ 樹状細胞 | ⑨ マスト細胞 |

問2 文章中の下線部ア)についての次の記述①～⑤のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

35

- ① 細胞分化が進むにつれて、DNA から発現しない遺伝子が切り出され、発現する遺伝子のみが残る。
- ② 細胞分化が進むと、発現する遺伝子領域のヒストンがDNA から分離し分解される。
- ③ 細胞分化する過程で、すべての遺伝子の塩基配列が再編成される。
- ④ 細胞分化によって、各遺伝子に存在するイントロンが切り出される。
- ⑤ 細胞分化の一部は、DNA やヒストンの修飾によって生じる。

問3 文章中の下線部イ)の初期胚と胎児になる部分の名称の組み合わせとして、最も適当なものはどれか。次の表の①～⑨から選べ。

36

	初期胚の名称	胎児になる部分の名称
①	8細胞期	内部細胞塊
②	8細胞期	中胚葉
③	8細胞期	胚のう
④	桑実胚	内部細胞塊
⑤	桑実胚	中胚葉
⑥	桑実胚	胚のう
⑦	胚盤胞	内部細胞塊
⑧	胚盤胞	中胚葉
⑨	胚盤胞	胚のう

問4 皮膚組織の幹細胞を、単離し培養した。この培養した幹細胞について、次の図に示すような、細胞あたりの DNA 量と細胞数の関係のデータが得られた。これを見て、下の問い(1)、(2)に答えよ。

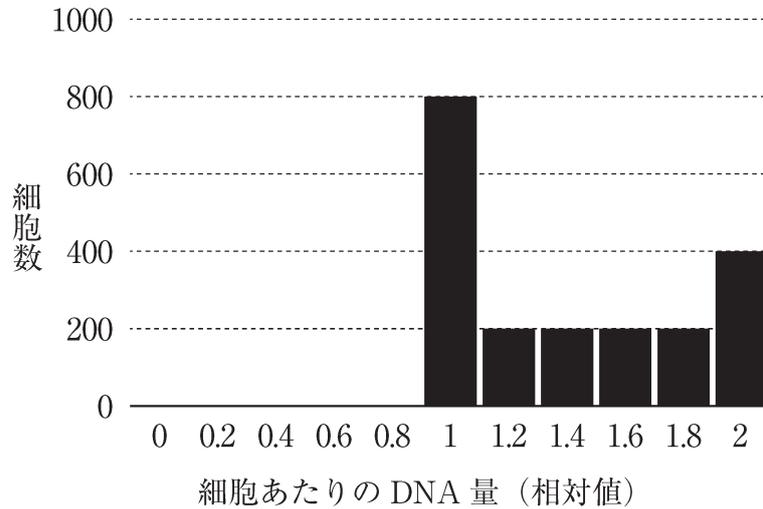


図 皮膚幹細胞の細胞あたりの DNA 量と細胞数の関係

(1) この培養した幹細胞の細胞周期は 25 時間である。このとき、 G_1 期と S 期の時間は、それぞれ何時間であると理論上推定できるか。それぞれについて、最も適当なものを、次の①～⑩から選べ。ただし、小数点以下は、四捨五入して、整数で求めよ。また、同じものを繰り返し選んでもよい。

G_1 期の長さ S 期の長さ

- ① 3 時間 ② 4 時間 ③ 5 時間 ④ 6 時間
 ⑤ 7 時間 ⑥ 8 時間 ⑦ 9 時間 ⑧ 10 時間
 ⑨ 11 時間 ⑩ 12 時間

(2) この幹細胞を用いた実験についての記述として正しいものを，次の①～⑧から2つ選べ。ただし，順序は問わない。

39

40

- ① 観察した細胞集団のうち，DNAの相対量が1のものは，すべて分化した皮膚細胞である。
- ② 観察した細胞集団のうち，DNAの相対量が2のものは，すべて分化した皮膚細胞である。
- ③ 幹細胞集団のうち10%の細胞は減数分裂をしている。
- ④ この実験では， G_2 期の細胞数とM期の細胞数を判断できない。
- ⑤ G_1 期を除いた細胞周期の時間は，18時間である。
- ⑥ G_2 期の長さは，6時間である。
- ⑦ M期の長さは，7時間である。
- ⑧ G_2 期とM期の合計の長さは，5時間である。