

生 物

(問 題)

2015年度

〈2015 H27095319〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は2～12ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. マーク解答用紙記入上の注意
 - (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入すること。
 - (2) マーク欄にははっきりとマークすること。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消すこと。

マークする時	☒ 良い	☐ 悪い	☐ 悪い
マークを消す時	☐ 良い	☐ 悪い	☐ 悪い

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。

I DNAに関する以下の設問に答えなさい。

問1

ヒトの染色体とDNAの関係についての説明として、最も適切なものを①～④の中から1つ選びなさい。

- ① リボソームにDNAが付着した複合体が染色体である。
- ② DNAがヒストンに巻きつき、折りたたまれた複合体が染色体である。
- ③ 数十本のDNAが集結した巨大な構造体が染色体である。
- ④ DNAの二重らせん構造のことを染色体と呼ぶ。

問2

植物細胞の細胞構造物に関して、DNAを有する構造物の組み合わせとして、最も適切な組み合わせを①～⑤の中から1つ選びなさい。

- ① 核, ミトコンドリア, 小胞体
- ② 核, ミトコンドリア, 色素体
- ③ 核, 小胞体, ゴルジ体
- ④ 核, 色素体, ゴルジ体
- ⑤ ミトコンドリア, 色素体, 小胞体

問3

DNAからタンパク質までの遺伝子発現の過程を、大腸菌に関して説明したものとして、最も適切なものを①～④の中から1つ選びなさい。

- ① 塩基の相補性を利用して、DNAがRNAに転写される。その後、RNAの塩基配列でアミノ酸を指定して、タンパク質に翻訳される。
- ② DNAにリボソームが付着して、DNAがRNAに転写される。その後、アミノ酸の親水性・疎水性を利用して、RNAの情報がタンパク質に翻訳される。
- ③ RNAポリメラーゼの働きにより、DNAがRNAに転写される。その後、スプライシングの過程を経て、RNAがタンパク質に翻訳される。
- ④ 逆転写酵素の働きにより、DNAがRNAに逆転写される。その後、リボソームなどの働きにより、タンパク質に翻訳される。

問 4

真核生物から、次のような mRNA の一部の塩基配列を得た。

UGGAAUGGCUAAGCGGCUAAAACCAUGCGGCA

(1) ~ (2) の条件下では、この塩基配列内で、最後に指定されるアミノ酸はそれぞれ何になるか。①~⑧の中からそれぞれ1つ選びなさい (コドン表は下に掲載)。ただし、mRNA は左から右へ読み込むものとする。

(1) 翻訳がこの塩基配列内で開始した。

(2) 翻訳がこの塩基配列内で終了した。

- ① Glu ② Arg ③ Pro ④ Ala
⑤ Gly ⑥ Gln ⑦ Asn ⑧ ①~⑦以外のアミノ酸

コドン表

(アミノ酸は略称で示す)

1 番目の 塩基	2 番目の塩基				3 番目の 塩基
	U	C	A	G	
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA 終止	UGA 終止	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG 終止	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met (開始)	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

II 哺乳類のホルモンに関する設問に答えなさい。

問1

ア)～ケ)の中から、脳下垂体に障害がおこると、直接分泌に影響するホルモンの組み合わせを①～⑤の中から1つ選びなさい。

ア) チロキシン, イ) 糖質コルチコイド, ウ) 鉱質コルチコイド, エ) エストロゲン, オ) アンドロゲン,
カ) ノルアドレナリン, キ) アドレナリン, ク) グルカゴン, ケ) インスリン

- ① ア, イ, ウ, ク ② イ, エ, カ, ケ ③ ア, イ, エ, オ
④ イ, ウ, エ, オ ⑤ ウ, エ, オ, キ

問2

ア)～ケ)の中から、ペプチドまたはタンパク質でできているホルモンを分泌している器官の組み合わせを①～⑤の中から1つ選びなさい。

ア) 視床下部, イ) 脳下垂体前葉, ウ) 脳下垂体中葉, エ) 脳下垂体後葉, オ) ランゲルハンス島,
カ) 副腎皮質, キ) 副腎髄質, ク) 卵巣, ケ) 精巣

- ① ア, ウ, オ, キ, ケ ② イ, ウ, エ, オ, キ ③ ア, イ, ウ, エ, オ
④ ア, ウ, カ, ク, ケ ⑤ イ, エ, カ, キ, ク

問3

雌ラットでは、排卵前日の午後に視床下部から生殖腺刺激ホルモン放出ホルモンが大量に分泌される。生殖腺刺激ホルモン放出ホルモンは脳下垂体を刺激して、生殖腺刺激ホルモンを大量に分泌させ、それにより次の日に排卵が生じる。

排卵についてエストロゲン抑制物質（投与後すぐに作用し、エストロゲンの働きを抑えてしまう物質）をもちいて実験を行い、ア)～カ)の実験結果を得た。その結果をもとに生殖腺刺激ホルモンの分泌に関して以下の考察をした。最も不適切なものを①～⑦の中から1つ選びなさい。

<実験結果>

- ア) 排卵前日の午前中に、エストロゲン抑制物質を皮下注射したところ、排卵が生じなくなった。
イ) 排卵前日の午後に、エストロゲン抑制物質を皮下注射したところ、排卵が生じた。
ウ) 排卵前日の午前中に、視床下部のA部位を破壊すると排卵が生じなくなった。
エ) 排卵前日の午前中に、視床下部のB部位を破壊すると排卵が生じなくなった。
オ) 排卵前日の午前中に、視床下部のA部位にエストロゲン抑制物質を直接注入しても排卵は生じた。
カ) 排卵前日の午前中に、視床下部のB部位にエストロゲン抑制物質を直接注入したところ排卵は生じなくなった。

<考察>

- ① 脳下垂体から生殖腺刺激ホルモンが大量に分泌されるにはエストロゲンが必要である。
② 排卵が生じるには排卵前日の午前中にエストロゲンが必要である。
③ 視床下部のA部位は生殖腺刺激ホルモンの大量分泌に必要である。
④ 視床下部のB部位は生殖腺刺激ホルモンの大量分泌を促進するように働いている。
⑤ 視床下部のA部位とB部位はどちらかがあれば生殖腺刺激ホルモンの大量分泌が生じる。
⑥ 視床下部のB部位はA部位を介して、生殖腺刺激ホルモンの大量分泌を促している。
⑦ エストロゲンは視床下部のB部位に働いて生殖腺刺激ホルモンの大量分泌を生じさせている。

Ⅲ 植物の光周性と花芽形成に関して、次の設問に答えなさい。

問1

次の文の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 短日植物は高緯度の地域に多く、長日植物は低緯度の地域に多く見られる。
- ② 長日植物は高緯度の地域に多く、短日植物は低緯度の地域に多く見られる。
- ③ 長日植物は高緯度の地域に多いが、短日植物と中性植物の分布は緯度とは関係ない。
- ④ 中性植物は高緯度の地域に多く、長日植物や短日植物は低緯度の地域に多く見られる。
- ⑤ 長日植物や短日植物は高緯度の地域に多く見られ、中性植物は低緯度の地域に多く見られる。

問2

1年を通じて温度を一定にした温室で、時期を変えてある植物の種子を蒔いた。種子は1週間程度で発芽してやがて開花したので、種子が発芽した時期と、発芽から開花するまでの日数の関係を求めた。図1は実験の結果と、実験を行った場所における1年を通しての日長の変化を模式的にあらわしたものである。次の設問(1)～(2)について、それぞれ最も適切なものを1つ選びなさい。なお、この植物は発芽してすぐに光周期に対する感受性をもつものとする。

(1)

- ① この植物は長日植物である。
- ② この植物は短日植物である。

(2)

- ① この植物の限界暗期は14時間である。
- ② この植物の限界暗期は13時間である。
- ③ この植物の限界暗期は12時間である。
- ④ この植物の限界暗期は11時間である。
- ⑤ この植物の限界暗期は10時間である。

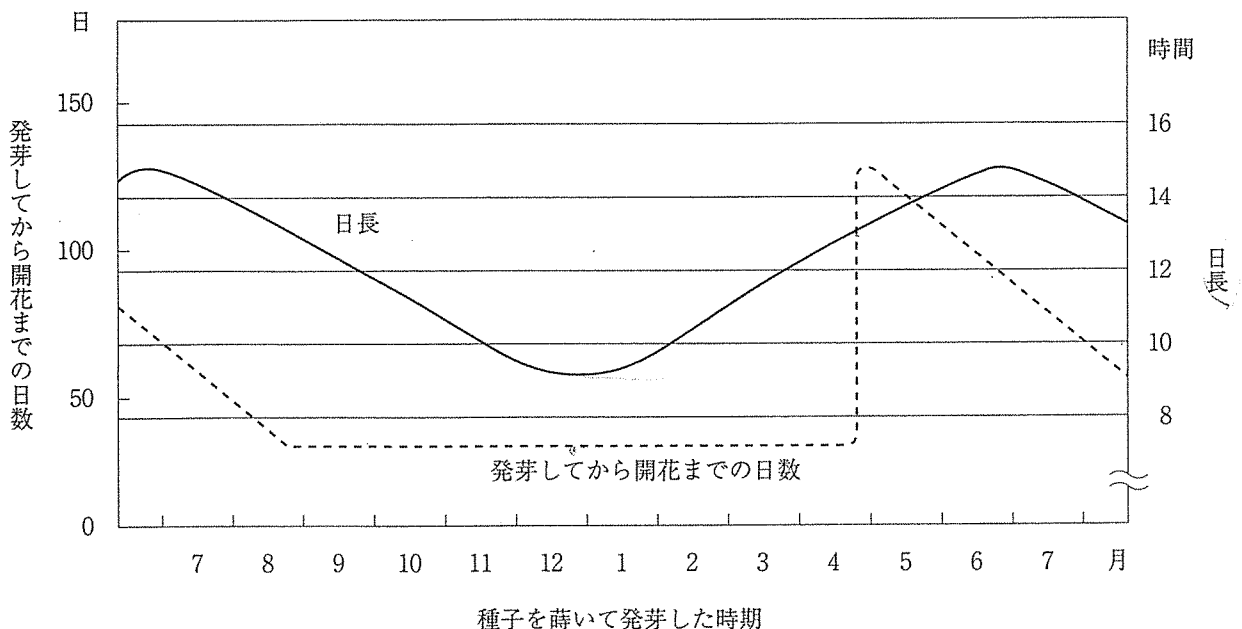


図1

問 3

ある植物について、光周期の変化が花芽の形成にどのような影響を与えるかを調べた。図2は明期の長さを4時間あるいは16時間に固定して、暗期の長さを変化させた場合に花芽の形成にどのような影響があるかを調べた結果である。また、図3は暗期の長さを16時間に固定して、明期の長さを変化させた場合に花芽の形成にどのような影響があるかを調べた結果である。

これらの実験結果からわかることに関して、次の①～④の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 花芽を形成するかどうかは明期の長さによって決まる。
- ② 花芽を形成するかどうかは暗期の長さによって決まる。
- ③ 花芽を形成するかどうかは明期の長さと暗期の長さによって決まる。
- ④ 花芽を形成するかどうかは明期の長さと暗期の長さの比によって決まる。

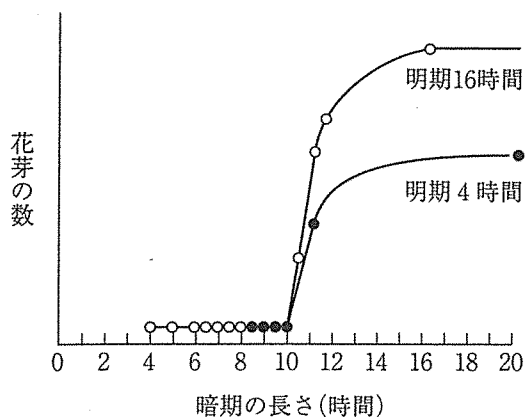


図 2

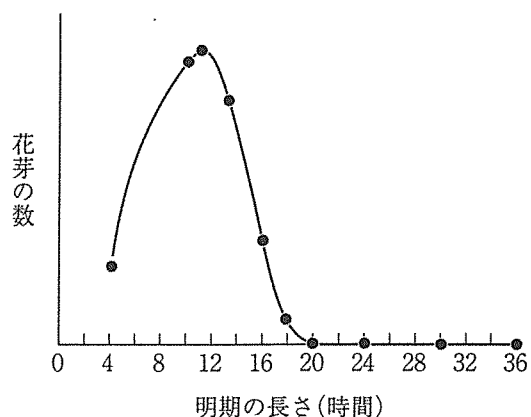


図 3

問 4

暗期の途中で数分間光を照射することを、光中断という。植物を一定の光周期においた場合、光中断を行うことによって、花芽形成が阻害されたり、促進されたりするが、その効果は光中断を行った時期によって異なる。

ある植物を明期10時間・暗期14時間の条件におき、暗期開始後の異なる時期に光中断を行ったところ、図4のような結果が得られた。横軸は暗期開始後に光中断を行うまでの時間、縦軸は花芽の発達段階を示している。この結果から、この植物の限界暗期は何時間と考えられるか。①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 4時間 ② 6時間 ③ 8時間 ④ 10時間 ⑤ 12時間 ⑥ 14時間

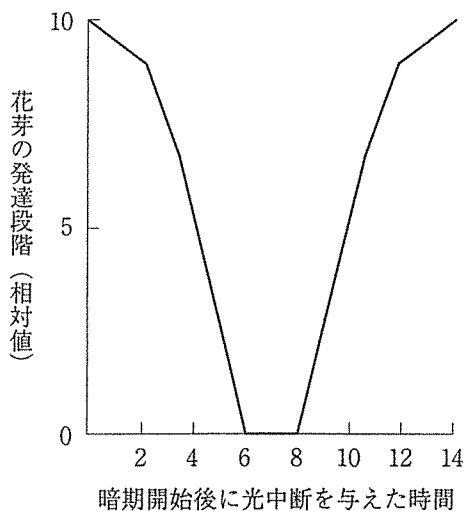


図 4

問5 -

光中断に関する実験から、光周性にはフィトクロムが関与していることがわかっている。短日植物の光中断実験を、赤色光を用いて行ったところ、この植物は花芽を形成しなかった。光中断に関する次の実験の中で、花芽を形成するものはどれか。①～⑥の中から最も適切な組み合わせを1つ選びなさい。

- ア) 短日植物に遠赤色光を照射する。
- イ) 短日植物に赤色光を照射してから遠赤色光を照射する。
- ウ) 短日植物に遠赤色光を照射してから赤色光を照射する。
- エ) 長日植物に赤色光を照射する。
- オ) 長日植物に遠赤色光を照射する。
- カ) 長日植物に赤色光を照射してから遠赤色光を照射する。
- キ) 長日植物に遠赤色光を照射してから赤色光を照射する。

- ① ア, オ ② ア, エ ③ イ, キ
- ④ ア, イ, エ, キ ⑤ ア, イ, オ, カ ⑥ ア, ウ, オ, キ

IV 生物の発生に関する以下の設問に答えなさい。

生物個体の発生において細胞周期は厳密に制御されている。ブロモデオキシウリジン (BrdU) はチミンとよく似た構造をもつ物質であり、細胞はチミンの代わりに BrdU を容易に取り込み細胞内で同化する。また過剰な BrdU は速やかに細胞内で分解、排出される特性がある。BrdU を検出するための試薬を使うと、BrdU を取り込んだ個々の細胞を可視化 (BrdU 標識) できるため様々な臓器の細胞分裂の研究に利用される。そこで BrdU を用いた以下の<実験1>、<実験2>を行った。

<実験1>

18時間の細胞周期をもつ細胞Xが、シャーレ上の培養液中でさかんに細胞分裂を繰り返している。この細胞の培養液中に BrdU を添加し、さらに10分後に BrdU を含まない新しい培養液に交換し、顕微鏡で細胞を観察したところ、全細胞のうち約72%の細胞では BrdU の取り込みが見られず、約28%の細胞が BrdU 標識された。続けて細胞Xの培養と観察を続けた結果、BrdU を取り込んだ細胞が分裂している様子が6.5時間後に初めて観察された。顕微鏡で観察すると、その細胞が分裂を終了するには1.0時間かかった。実験中に死ぬ細胞はなかった。

問1

BrdU 標識されるのは以下の細胞周期のどの時期か、①～⑧の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- | | | | |
|--------------|--------------|------------|----------------|
| ① S 期 | ② M 期 | ③ G 1 期 | ④ G 2 期 |
| ⑤ G 1 期と S 期 | ⑥ G 2 期と M 期 | ⑦ S 期と M 期 | ⑧ G 1 期と G 2 期 |

問2

細胞XのS期の長さとして最も適切なものはどれか、①～⑧の中から1つ選びなさい。

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| ① 3.0時間 | ② 4.0時間 | ③ 5.0時間 | ④ 6.0時間 |
| ⑤ 11.0時間 | ⑥ 12.0時間 | ⑦ 13.0時間 | ⑧ 14.0時間 |

問3

細胞XのG1期の長さとして最も適切なものはどれか、①～⑧の中から1つ選びなさい。

- | | | | |
|---------|---------|---------|----------|
| ① 3.5時間 | ② 4.5時間 | ③ 5.5時間 | ④ 6.5時間 |
| ⑤ 7.5時間 | ⑥ 8.5時間 | ⑦ 9.5時間 | ⑧ 10.5時間 |

<実験2>

図5(1)は哺乳類の小腸絨毛^{じゅう}の構造である。絨毛表面には幹細胞、増殖前駆細胞(TA細胞)、吸収上皮細胞の3種類の細胞が含まれる。幹細胞は分裂して1つの幹細胞と1つのTA細胞を産生する。TA細胞は分裂し、TA細胞または吸収上皮細胞を産生する。吸収上皮細胞は分裂する能力をもたず一定期間働いたのち絨毛から脱落しはがれ落ちる。図5(2)はBrdUを3日間持続的に投与した直後の絨毛を示す。BrdU標識細胞は図に示すように絨毛表面に観察された。図5(3)はBrdU投与終了後4日後の絨毛の様子を示す。図5(4)はBrdU投与後さらに10週間後の絨毛を示す。図中の黒丸はBrdU標識細胞の核を示す。

問4

小腸の絨毛についてのア)~サ)の説明のうち、最も適切な組み合わせはどれか、①~⑩の中から1つ選びなさい。

- ア) 幹細胞はAの位置に存在する。
- イ) 幹細胞はBの位置に存在する。
- ウ) 幹細胞はCの位置に存在する。
- エ) 幹細胞はDの位置に存在する。
- オ) TA細胞はAの位置に存在する。
- カ) TA細胞はBの位置に存在する。
- キ) TA細胞はCの位置に存在する。
- ク) TA細胞はDの位置に存在する。
- ケ) 吸収上皮細胞は4日間以内に新しい細胞に入れ替わる。
- コ) TA細胞の細胞周期は幹細胞の細胞周期より長い。
- サ) TA細胞の細胞周期は7日間である。

- ① ア, カ, ケ ② イ, キ, コ ③ ウ, カ, ケ ④ エ, キ, サ ⑤ ウ, オ, コ
- ⑥ イ, キ, ケ ⑦ ウ, ク, サ ⑧ エ, キ, コ ⑨ イ, オ, ケ ⑩ イ, オ, サ

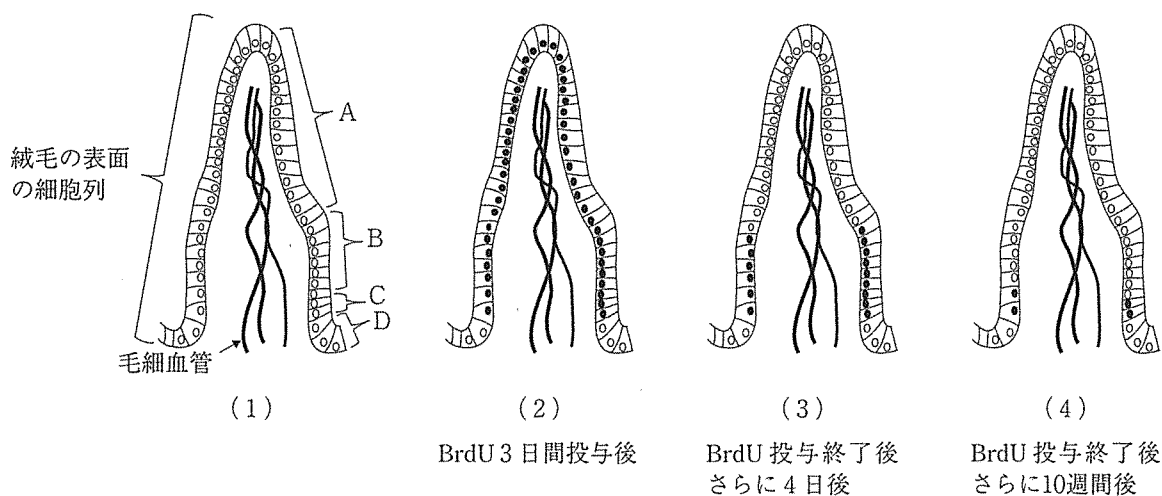


図5

V 生態系や生物多様性の機能に関する以下の設問に答えなさい。

問1

生物多様性は、(A) 遺伝的多様性、(B) 種多様性、(C) 生態系多様性の3つの要素から構成されている。以下のア)～キ)の生物学的概念は、この3つの要素のいずれか1つと密接に関連している。(A)、(B)、(C)のすべての要素をふくむ組み合わせはどれか、①～⑩の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ア) 栄養段階の多層性
- イ) 種ごとの個体数
- ウ) ヘテロ接合体頻度
- エ) 食物網のリンク数
- オ) ボトルネック効果
- カ) 生物群集全体の生産量
- キ) バイオーム

- ① ア, イ, ウ ② ア, イ, カ ③ ア, ウ, オ ④ ア, エ, キ ⑤ イ, エ, カ,
- ⑥ イ, エ, キ ⑦ ウ, オ, キ ⑧ ウ, エ, キ ⑨ オ, エ, キ ⑩ オ, カ, キ

問2

図6は、グレートバリアリーフの珊瑚礁で調査されたサンゴの被度とサンゴの種数との関係である。▲は珊瑚礁外側斜面で、台風の高波やつねにある程度の波浪の影響を受けている。●は珊瑚礁内側の平面状地形の場所で、波浪は少ないほどサンゴの被度は増加する傾向がある。点線はデータから想定された被度と種数の関係を示した曲線である。次の設問(1)～(2)に答えなさい。

- (1) 種多様性に関係するこの現象はどのような生物学的概念によって説明できるか。最も適切なものを①～⑤の中から1つ選びなさい。

- ① 生態学的地位の分割説
- ② 中規模攪乱説
- ③ キーストーン捕食者による共存説
- ④ 相利共生による多種共存説
- ⑤ 競争的排除によるすみわけ説

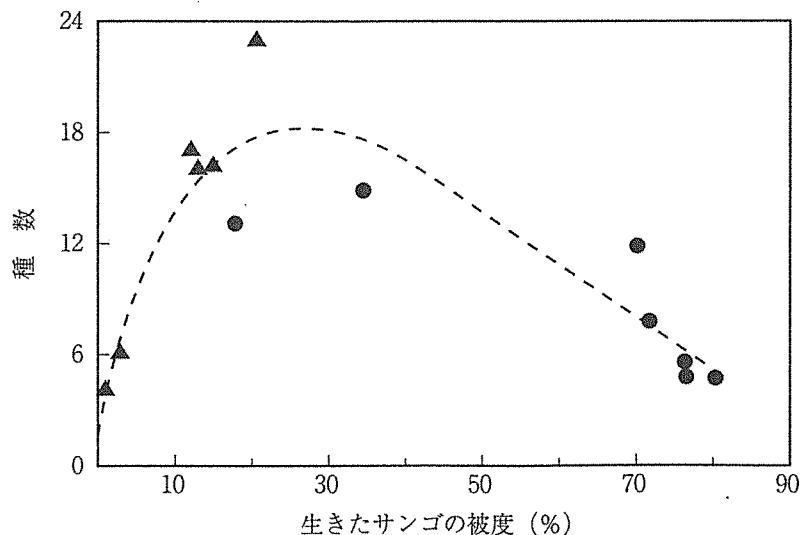


図6

(2) ア)～キ)の生物事象のうち、上記の珊瑚礁に起こったことと同じ生態学的現象と解釈されるものはどれか。

①～⑩の中から最も適切な組み合わせを1つ選びなさい。

ア) 島の面積と種数の関係

イ) 里山林でのまきや炭の利用

ウ) 海水温の上昇によるサンゴの白化現象

エ) 外来生物による遺伝的攪乱

オ) 生息環境の分断化と劣化による絶滅の渦

カ) 熱帯林におけるギャップの形成

キ) 多数の小個体群から構成されるメタ個体群

- ① ア, イ ② ア, エ ③ ア, カ ④ イ, ウ ⑤ イ, オ
⑥ イ, カ ⑦ ウ, オ ⑧ ウ, キ ⑨ エ, オ ⑩ オ, キ

VI 血液、循環、呼吸に関係する以下の設問に答えなさい。

図7は運動中のAさんの体の様々な組織を循環している血液中の O_2 分圧と、酸素ヘモグロビンの割合(%)の関係を示している。図中のa～fは異なる測定部位における値を示している。図7の曲線のうち実線と破線は血液の CO_2 分圧が40 mmHg, 70 mmHgのいずれかの時の関係を示している。

Aさんの左心房中の血液の酸素ヘモグロビンの割合は98%, 肺動脈中の酸素ヘモグロビンの割合は60%であった。

問1

図中a～fのなかで、肺胞と、活動している筋肉に当てはまる組み合わせはどれか。①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① a, d ② b, e ③ a, f ④ b, c ⑤ a, e ⑥ b, d

問2

活動を行っている筋肉中を循環する血液は運搬された酸素の何%を組織に放出するか。①～⑤の中から最も近い数値を示すものを1つ選びなさい。

- ① 30% ② 40% ③ 50% ④ 60% ⑤ 70%

問3

Aさんの血液には100 mLあたり15 gのヘモグロビンが含まれていた。ヘモグロビン1 gは最大1.3 mLの酸素と結合することが知られている。Aさんの心臓は1分あたり5 Lの血液を拍出している。このときAさんの体全体の酸素需要は1分間でどれだけになるか。①～⑤の中から最も近い数値を示すものを1つ選びなさい。

- ① 130 mL ② 370 mL ③ 540 mL ④ 680 mL ⑤ 970 mL

問4

Aさんの肺胞を出入りする空気の種類を測定すると1分間で3500 mLであった。肺胞に取り込まれる酸素の平均濃度が18.5%だったとすると、肺胞から出される酸素の平均濃度はどれだけになるか。①～⑤の中から最も近い数値を示すものを1つ選びなさい。

- ① 8% ② 10% ③ 12% ④ 14% ⑤ 16%

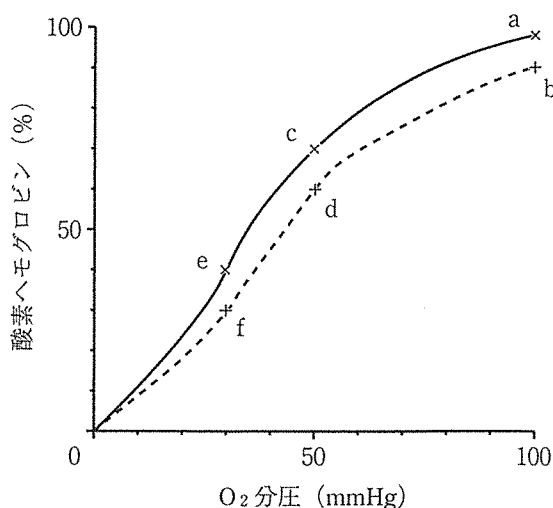


図7

[以下 余 白]