

生 物 基 礎

(解答番号 ~)

第 1 問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。(配点 16)

A ケイさんとヒロさんは、からだをつくる_(a)細胞の数を推定する方法について話し合った。

ケ イ：ブタの肝臓をつくっている細胞の総数を調べる課題が出たね。

ヒ ロ：A 班は、顕微鏡で観察して肝臓の細胞 1 個の体積を求めたんだって。肝臓全体の体積を細胞 1 個の体積で割って細胞の総数としたんだと言ってたよ。

ケ イ：確かにその方法で調べられるね。私たちはどんな方法で調べようか。

ヒ ロ：肝臓の細胞はどれも同じ量の核の DNA を持っているとして、肝臓の組織に含まれる DNA 量をもとに求めることはできないかな。

ケ イ：それじゃまず、組織片をすりつぶして DNA を抽出してみようか。

ヒ ロ：以前、授業でタラの精巣から DNA を抽出したときと同じようにすればいいよね。

ケ イ：DNA の量は理科室の装置で測ろう。

ヒ ロ：ブタの組織片 10 g から 9.7 mg の DNA が得られたね。これが全て核内にあったもので、その全てを取り出せたと考えてみよう。

ケ イ：資料集で調べると、ブタの精子の核には、約 2.5×10^9 塩基対の DNA が含まれていて、1 mg の DNA は約 9.25×10^{17} 塩基対になるそうだよ。

ヒ ロ：ということは、10 g の組織片から得られた DNA は、ブタの精子 1 個の核に含まれる DNA 量の 倍に相当するね。

ケ イ：実験前に計測しておいた肝臓全体の重さは 1.5 kg だったから、この肝臓は約 個の細胞でできていることになるね。

問 1 下線部(a)に関する記述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 核は、あらゆる生物の細胞に存在する細胞小器官である。
- ② 細胞膜は、真核細胞に特有の構造である。
- ③ ミトコンドリアは、真核細胞に特有の細胞小器官である。
- ④ 光合成は、真核細胞に特有の代謝である。
- ⑤ 単細胞生物の細胞は、全て原核細胞である。

問 2 上の会話文中の ・ に入る数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	ア	イ
①	3.6×10^9	2.7×10^{11}
②	3.6×10^9	5.4×10^{11}
③	3.6×10^9	1.8×10^{12}
④	3.6×10^9	3.6×10^{12}
⑤	2.4×10^{10}	2.7×10^{11}
⑥	2.4×10^{10}	5.4×10^{11}
⑦	2.4×10^{10}	1.8×10^{12}
⑧	2.4×10^{10}	3.6×10^{12}

生物基礎

B (b) DNA の遺伝情報はまず mRNA に転写され, タンパク質へと翻訳される。
わずか 4 種類のヌクレオチドで構成される DNA の遺伝情報から, (c) 構造や働き
の異なる多種多様なタンパク質がつくられる。

タンパク質を構成する各アミノ酸を, mRNA の塩基のどのような並びが指定
するのかについては, (d) 大腸菌の抽出物を用いて, 特定の塩基配列を持つ合成
RNA から人工的にタンパク質を合成させる実験によって調べられた。様々な塩
基配列の合成 RNA を用い, 合成されたタンパク質のアミノ酸配列を調べること
により, タンパク質の構成要素となる 20 種類全てのアミノ酸をそれぞれ指定す
る塩基の並びが判明した。

問 3 下線部(b)に関する記述として最も適当なものを, 次の①~④のうちから一
つ選べ。

3

- ① mRNA を構成するヌクレオチドの構造は, 塩基に T ではなく U が使わ
れることを除き, DNA を構成するヌクレオチドの構造と同じである。
- ② 転写では, DNA の 2 本鎖の一方を鋳型として mRNA が合成される
が, このとき鋳型とならなかった方の DNA 鎖が, 合成された mRNA に
対して相補的である。
- ③ 呼吸に必要な遺伝子など, 多細胞生物を構成する様々な種類の細胞で共
通して発現する遺伝子がある。
- ④ 多細胞生物では, ゲノムを構成する DNA のどの部分も, 一生のうちに
少なくとも一度は転写される。

問 4 下線部(c)に関連して、タンパク質についての記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 細胞内の代謝のほとんどは、タンパク質を主成分とする酵素によって行われる。
- ② タンパク質を構成するアミノ酸の配列は、タンパク質の種類によって異なる。
- ③ タンパク質を構成するアミノ酸の種類と総数が決まれば、タンパク質の働きと性質も決まる。
- ④ タンパク質には、それが合成された組織や器官とは異なる場所で働くものがある。

問 5 下線部(d)について、次に示す繰り返しの塩基配列からなる合成 RNA を用いたところ、「アミノ酸 w-アミノ酸 x-アミノ酸 y-アミノ酸 w-アミノ酸 z」の繰り返し配列(…wxywzwxxywzwxxywz…)からなるタンパク質 1 種類だけが合成された。この場合、アミノ酸 y を指定する mRNA の塩基の並びとして最も適当なものを、後の①～⑨のうちから一つ選べ。 5

合成 RNA の塩基配列 …AAAACAAAACAAAACAAAACAAAACAAAAC…

- ① AAA
- ② AAC
- ③ ACA
- ④ CAA
- ⑤ AAAA
- ⑥ AAAC
- ⑦ AACA
- ⑧ ACAA
- ⑨ CAAA

生物基礎

第2問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～6)に答えよ。(配点 18)

A 心臓の拍動によって体循環に送り出される血流量(以下、心拍出量)は心拍数と密接な関係があり、激しい運動時(以下、運動時)に心拍数が増加すると、心拍出量も増加する。また、各器官や組織に配分される血流量や、その心拍出量に対する割合(以下、血流配分率)も、安静時と運動時とで異なる。表1は、ある人の安静時と運動時の各器官または組織における1分間当たりの血流量と血流配分率を測定した結果である。

表 1

器官または組織	安静時		運動時	
	血流量(L/分)	血流配分率(%)	血流量(L/分)	血流配分率(%)
脳	0.75	15	1.00	4
心筋	0.25	5	1.25	5
肝臓・消化管	1.25	25	1.00	4
腎臓	1.00	20	0.75	3
骨格筋	1.00	20	18.50	74
皮膚	0.25	5	2.25	9
骨・生殖器・その他	0.50	10	0.25	1

問1 表1の人の安静時における、1分間当たりの肺循環の血流量として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 L/分

- ① 0.00 ② 0.25 ③ 1.25
④ 5.00 ⑤ 10.00 ⑥ 25.00

問 2 表 1 に基づいて、運動時にみられる安静時からの血流配分率の変化と、それに伴ってからだに生じていると考えられる現象の記述のうち適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

・

- ① 骨格筋への血流配分率が増えているので、運動の継続に必要な酸素の骨格筋への供給量が増加している。
- ② 皮膚への血流配分率が増えているので、体表からの熱の放散が抑制されている。
- ③ 心筋への血流配分率が変化していないので、心臓の拍動に必要なエネルギーの供給量が不足している。
- ④ 肝臓・消化管への血流配分率が減っているので、減った分の血液が血流量の増加する器官に供給されている。
- ⑤ 脳への血流配分率が減っているので、脳へ供給されるグルコースの量が減少している。
- ⑥ 腎臓への血流配分率は減っているが、つくり出される原尿の量は増加している。

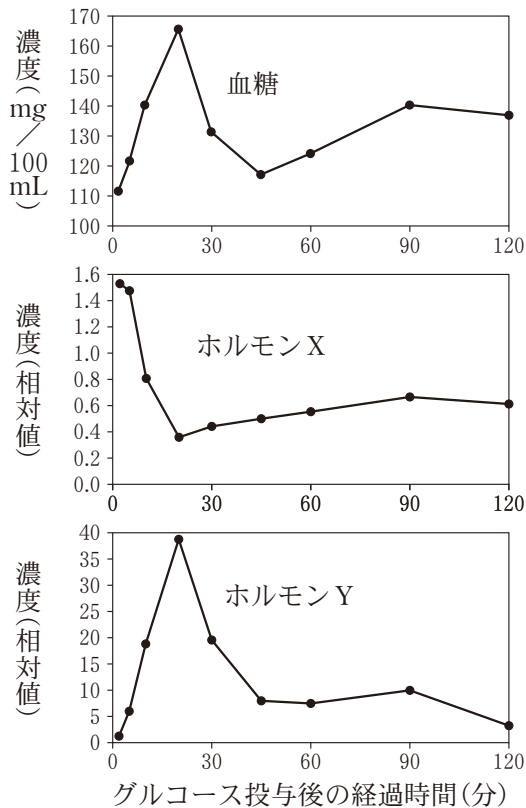
問 3 表 1 の人が運動をやめたところ、運動中に優位に働いていた自律神経に代わって、それとは異なる自律神経が優位に働きはじめた。この神経が行う作用として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 瞳孔(ひとみ)を縮小させる。
- ② 心臓の拍動数を減少させる。
- ③ 立毛筋を収縮させる。
- ④ 胃のぜん動を促進する。
- ⑤ 気管支を収縮させる。

生物基礎

B ヒトやブタなどの動物では、血液中に含まれる糖(以下、血糖)の濃度(血糖濃度)を、ほぼ一定に保つ仕組みがある。糖を摂取した後、血糖濃度は一時的に上昇するが、その後血糖が細胞に取り込まれることで、通常の高度に戻る。他方、血糖は細胞に取り込まれた後エネルギー源として常に消費されているため、空腹時や運動の後には、(a)血糖濃度は低下するが、蓄えられていた糖や新たにつくられた糖が血液中に放出されることで、通常の高度に戻る。

前夜から絶食させたブタに、体重1 kg 当たり 2.5 g のグルコースを口から投与し、血糖濃度および血糖濃度の調節に関わるホルモン X とホルモン Y の濃度を、時間を追って測定した。図 1 は、その結果を示したものである。なお、ホルモン X とホルモン Y は同一器官から分泌されている。



注：ホルモンについては、グルコースの投与直前の濃度を 1 とする。

図 1

問 4 図 1 を踏まえて、次の文章中の **ア** ~ **エ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 **10**

血糖濃度が上昇すると、ホルモン **ア** が働き、血糖濃度を減少させる。ホルモン **ア** は **イ** である。いったん血糖濃度が減少した後、ホルモン **ウ** が働き、血糖濃度を上昇させる。ホルモン **ウ** は **エ** である。

	ア	イ	ウ	エ
①	X	インスリン	Y	グルカゴン
②	X	グルカゴン	Y	インスリン
③	Y	インスリン	X	グルカゴン
④	Y	グルカゴン	X	インスリン

生物基礎

問 5 下線部(a)に関連して、血糖濃度が低下したときに分泌されるホルモンは複数知られており、これらのホルモンの働きにより、血糖濃度は上昇する。次の記述①~③のうち、血糖濃度を上昇させる仕組みについての記述として適当なものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の①~⑦のうちから一つ選べ。 11

- ① バソプレシンが分泌され、原尿に含まれる糖の再吸収が促進される。
- ② アドレナリンが分泌され、肝臓でのグリコーゲンの分解が促進される。
- ③ 糖質コルチコイドが分泌され、タンパク質からのグルコース合成が促進される。

- ① ①
- ② ②
- ③ ③
- ④ ④
- ⑤ ①, ②
- ⑥ ②, ③
- ⑦ ①, ②, ③

問 6 ホルモンに関する次の文章中の オ ・ カ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。 12

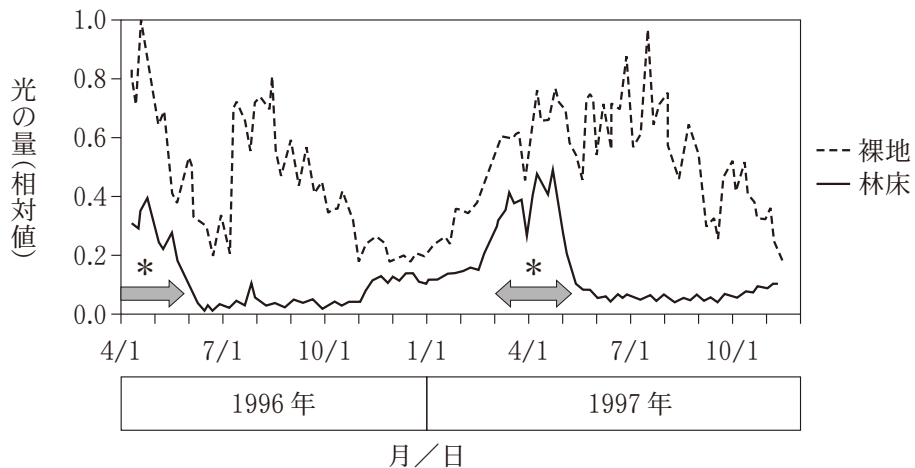
ホルモンは、内分泌腺から血液中に分泌され、標的細胞の オ に直接結合することで作用を引き起こす。ホルモンによる体内環境の調節は、ぼうこうでの排尿の調節などの自律神経系による調節と比較して、作用が生じるまでの時間が カ。

	オ	カ
①	受容体	短 い
②	受容体	長 い
③	ATP	短 い
④	ATP	長 い
⑤	DNA	短 い
⑥	DNA	長 い

生物基礎

第3問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A 森林内の光環境は、森林の階層によって、また、季節によって大きく変動する。(a)森林内には、各階層や季節の光環境に適応した植物種が生育している。図1は、日本のある極相林の林床とその近隣の裸地における、光の量の季節変化を示したものである。この森林の林床には、春植物と呼ばれる多年生草本が生育する。(b)春植物は、3月から4月にかけて新しい葉を広げ、地上部は夏前に枯れる。春植物は、図1中の*の期間の豊富な光を利用して光合成を行い、有機物を地下部に蓄えて翌年の成長や繁殖に利用している。



注：1996年4月20日の裸地における光の量を1とする。

図 1

問 1 図 2 は、日本のバイオームの水平分布と垂直分布を示したものである。図 2 のバイオーム P~R のうち、図 1 のような光の量の季節変化を示す極相林が見られるバイオームはどれか。また、後の記述 I~III のうち、このバイオームに関する記述として適当なものはどれか。その組合せとして最も適当なものを、後の①~⑨のうちから一つ選べ。 13

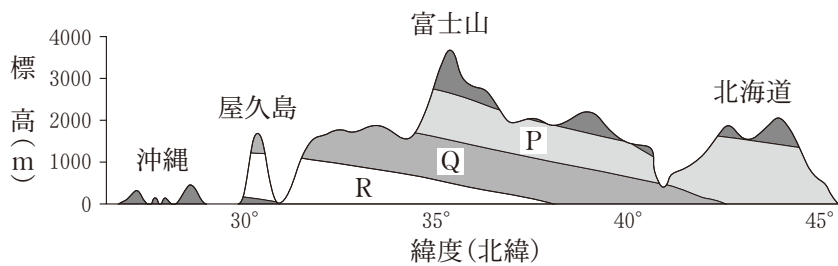


図 2

- I トドマツやオオシラビソなどの常緑の針葉樹が優占する。
- II アラカシやスダジイなど、光沢のある厚い葉を持つ樹種が優占する。
- III ブナやミズナラなど、光沢のない薄い葉を持つ樹種が優占する。

- | | | |
|--------|---------|----------|
| ① P, I | ② P, II | ③ P, III |
| ④ Q, I | ⑤ Q, II | ⑥ Q, III |
| ⑦ R, I | ⑧ R, II | ⑨ R, III |

生物基礎

- 問 2 下線部(a)に関連して、林床に届く光の量と森林の構成種に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①~⑧のうちから一つ選べ。 14

陽樹の芽ばえは、陰樹の芽ばえに比べて **ア** が高いため、光の弱い森林の林床では生育しにくい。しかし、 **イ** に伴って林床に十分な光が差し込むと、陽樹の芽ばえも生育できるようになる。このような環境の変化は、森林における **ウ** に貢献している。

	ア	イ	ウ
①	光飽和点	ギャップの形成	生物の多様性の維持
②	光飽和点	ギャップの形成	遷移の進行
③	光飽和点	一次遷移の開始	生物の多様性の維持
④	光飽和点	一次遷移の開始	遷移の進行
⑤	光補償点	ギャップの形成	生物の多様性の維持
⑥	光補償点	ギャップの形成	遷移の進行
⑦	光補償点	一次遷移の開始	生物の多様性の維持
⑧	光補償点	一次遷移の開始	遷移の進行

問 3 下線部(b)に関連して、図 1 と同じバイオームの極相林において、林冠を構成する高木 X と春植物 Y が春に新しい葉を広げ始めた日(以下、展葉開始日)を調べたところ、この調査地の春の気温および展葉開始日は、年によって変動していた。図 3 は、調査を行ったそれぞれの年における 3 月～4 月の平均気温と展葉開始日との関係を示したものである。仮に地球の温暖化に伴って春の平均気温が 10℃ まで上昇したとする。そのときにも図 3 に示した気温と展葉開始日の関係が成り立つとすると、予測される春植物 Y に関する記述として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

15

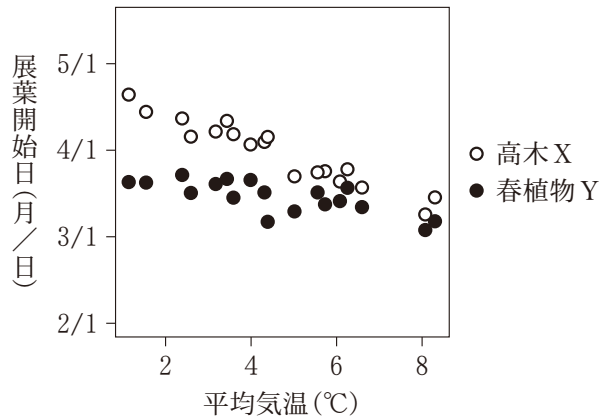


図 3

- ① 春植物 Y の展葉開始日は高木 X ほど気温の影響を受けないため、春植物 Y の年間の有機物の合成量は変わらない。
- ② 春植物 Y の展葉開始日は高木 X よりもさらに遅くなり、春植物 Y の年間の有機物の合成量は増加する。
- ③ 春植物 Y と高木 X はともに展葉開始日が早くなり光合成可能期間が延びるため、春植物 Y の年間の有機物の合成量は増加する。
- ④ 春植物 Y と高木 X の展葉開始日の差が小さくなるため、春植物 Y の年間の有機物の合成量は減少する。

生物基礎

- B 生態系のバランスは、多様な生物種が関わりあって保たれている。しかし、
(c) 人間活動が影響することにより、生態系のバランスはしばしば大きく変化することが知られている。人間活動は様々なかたちで生態系に影響を及ぼしており、
(d) 有害物質の生物濃縮はその一つである。

問 4 下線部(c)に関連して、次の記述①～⑥は、人間活動の影響により生態系のバランスが大きく変化した事例を表している。これらのうち、人間活動が直接的に影響した生物が二次以上の高次の消費者であり、かつ、その生物からの食物連鎖により影響が広がった事例はどれか。該当する事例として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

16

17

- ① ある海域においてラッコが乱獲された。その結果、ラッコが食べていたウニが増えて海藻を食べ尽くし、そこに生息していた多くの動物が姿を消した。
- ② 魚を食べる鳥の一種であるカワウの群れが、湖畔の営巣地から追い払われた。その結果、カワウの排泄物などが生育を抑制していた植物が、営巣地の地表面において繁茂した。
- ③ 小さな島にヤギが移入された。その結果、植物が地下部ごと食べられ、崩れやすくなった土壌が降雨により流出し、地表が裸地になった。
- ④ 水に浮かんで育つ植物であるホテイアオイが池に捨てられ、増殖した。その結果、ホテイアオイの植物体によって水面が覆われ、他の水生植物が育たなくなった。
- ⑤ トカゲの一種であるグリーンアノールが小さな島に移入され、増殖した。その結果、花粉を運んでいた昆虫が食べられて激減し、一部の植物は種子をほとんどつけなくなった。
- ⑥ 池にコイが放流された。その結果、コイが泳いで巻き上げた泥により光が遮られ、水生植物が育たなくなった。

問 5 下線部(d)に関連して、かつて農薬として広く使われていた DDT は、生物濃縮を起こす化学物質として知られている。表 1 は、過去に、ある湖に生息する生物種 A～C に含まれていた DDT の濃度を調べた結果である。この湖における食物連鎖や食物網には様々なかたちが考えられるが、表 1 の結果を考慮することによって否定できるものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。

18

表 1

調査対象	DDT の濃度 (ppm)
生物種 A	13.8
生物種 B	2.07
生物種 C	0.23

注：1 ppm は 100 万分の 1 の質量の割合を表す。

