

'18

前期日程

生 物

(理 工 学 部)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子は1冊(24頁)、解答用紙は4枚です。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等
があった場合には申し出てください。
3. 氏名と受験番号は解答用紙の所定の欄に記入してください。
4. 解答は指定の解答用紙に記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

1

- (1) ユキノシタと赤血球の光学顕微鏡観察に関する次の文章を読んで、問1～問7の答を解答欄に記入せよ。

ユキノシタの表皮細胞をはがしとり、スライドガラスにのせて蒸留水を1滴落としカバーガラスをかけた。また、アジの鮮魚から採取した血液を蒸留水で薄め、別のスライドガラスに滴下してカバーガラスをかけた。

まず、ユキノシタの表皮細胞のプレパラートを顕微鏡のステージに載せ、はじめに低倍率で観察してから視野の中心にある細胞を高倍率で観察した。すこし時間がたつと、^aはじめの状態よりも細胞が膨らんできた。さらに時間がたつと細胞壁があるために膨らみは限界に達し、^bそれ以後はほとんど変化が見られなかった。

次に、アジの赤血球を観察しようとして薄めた血液のプレパラートを見ると、赤血球の懸濁液が薄く赤色になっており、^c検鏡すると赤血球よりも小さくて丸い構造体が多数見られた。

問 1 下線部 a を行うときの正しい操作として、最も適切なものを以下から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① 対物レンズとプレパラートを一番遠くなるように離してから、レボルバーを回転させ、高倍率の対物レンズに替える。
- ② 対物レンズとプレパラートを最初に近づけた位置まで戻してから、レボルバーを回転させ、高倍率の対物レンズに替える。
- ③ 低倍率でピントを合わせた位置のままレボルバーを回転させ、高倍率の対物レンズに替える。
- ④ 対物レンズとプレパラートを一番遠くなるように離してからプレパラートをいったんはずし、レボルバーを回転させ、高倍率の対物レンズに替える。
- ⑤ 対物レンズとプレパラートを最初に近づけた位置まで戻してから、プレパラートをいったんはずしてレボルバーを回転させ、高倍率の対物レンズに替える。
- ⑥ 低倍率でピントを合わせた位置のままいったんプレパラートをはずしてからレボルバーを回転させ、高倍率の対物レンズに替える。

問 2 下線部 a について、この顕微鏡には接眼レンズが 2 本(10 倍, 15 倍)と対物レンズが 3 本(4 倍, 10 倍, 20 倍)付属していた。この顕微鏡で観察することのできる倍率をすべて答えよ。

問 3 下線部 b について記した文章として、最も適切なものを以下から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① 細胞が限界まで膨らむと、吸水力と浸透圧が等しくなる。
- ② 細胞が限界まで膨らむと、原形質分離が始まる。
- ③ 吸水力が徐々に大きくなり、吸水力が浸透圧と等しくなるまで細胞が膨らむ。
- ④ 吸水力が徐々に小さくなり、吸水力が膨圧と等しくなるまで細胞が膨らむ。
- ⑤ 細胞が限界まで膨らむと、吸水力は 0 になる。
- ⑥ 細胞が限界まで膨らむと、浸透圧は 0 になる。
- ⑦ 細胞が限界まで膨らむと、膨圧は 0 になる。

問 4 赤血球にみられる下線部 c の現象を何というか、答えよ。

問 5 下線部 c に関連して、カエルの卵母細胞は淡水に浸しても膨張しない。この理由を説明した文章として、最も適切なものを以下から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① カエルは自らの体液の浸透圧とおなじ浸透圧をもつ池に卵を産む。
- ② 細胞壁が丈夫なセルロースで構成されているので、膨圧により形が保たれる。
- ③ 炭酸カルシウムでできた固い殻で守られている。
- ④ 卵母細胞の細胞膜にはタンパク質が全く含まれておらず、構造的に弱いところがない。
- ⑤ 卵母細胞の細胞膜は親水性で、水分子が自由に透過できる。
- ⑥ 水分子を通すチャネルが存在しないので、水の受動輸送が起こらない。
- ⑦ 卵母細胞は赤血球にはない核をもつので、遺伝情報が発現する。

問 6 カエルの体液の浸透圧は 0.7 % (重量パーセント濃度) 食塩水とほぼ同じである。浸透圧は、溶液の濃度に比例し溶質のモル質量 (物質 1 mol の質量) に反比例する。この関係は気体定数と絶対温度を比例係数として下に示す式 (ファントホッフの式) で表すことができる。この式を使って 0.7 % 食塩水の 27 °C における浸透圧を計算し、小数点以下を四捨五入して答えよ。食塩のモル質量を 58 g/mol とし、計算の過程も記すこと。

$$P = \frac{c}{M} RT \quad (\text{ファントホッフの式})$$

R : 気体定数 (82 mL·atm/(K·mol) とする)

T : 絶対温度 (単位は K (ケルビン) で温度 (°C) + 273)

P : 浸透圧 (atm)

c : 溶液の濃度 (g/mL)

M : モル質量 (g/mol)

問 7 0.7 % 食塩水の 27 °C における浸透圧をもとに、カエルの体液とほぼ同じ浸透圧のスクロース溶液 (27 °C) を 100 mL 作りたい。スクロースを何 g 計り取ればよいかを計算し、小数点以下を四捨五入して答えよ。スクロースのモル質量を 342 g/mol とし、計算の過程も記すこと。

(2) 次の文章を読んで、問1～問7の答を解答欄に記入せよ。

デオキシリボ核酸(DNA)は図1の , , からなる構成単位が鎖状に結合した高分子化合物で、2つの鎖が互いに向かい合って水素結合してできたらせん構造をしている。DNAは細胞周期の 期に正確に複製される。その際、DNA二重らせんが分かれて1本ずつの鎖になり、それぞれが鋳型となって相補的な配列をもつ新しい鎖がつくられる。このような複製方式を 複製といい、 と の実験によって証明された。

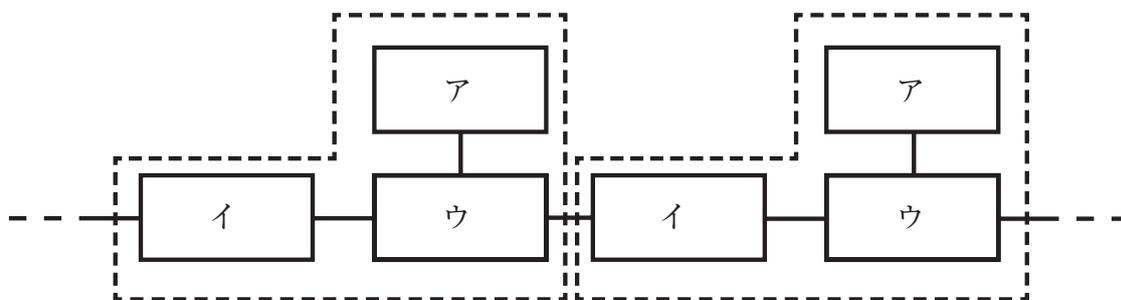


図1 DNAの構造の模式図

DNAの複製にはいくつかの仮説があり、 と は以下の実験を行うことでDNAの複製方式を明らかにした。

- i) 大腸菌を通常窒素(^{14}N)よりも重い ^{15}N で置き換えた塩化アンモニウムを窒素源として用いた培地(^{15}N 培地)で、何世代も培養した。すると ^{14}N が完全に ^{15}N に置き換わったDNAをもつ大腸菌ができた。
- ii) 大腸菌を ^{14}N 培地に移してさらに増殖させ、1回、2回と分裂を繰り返した菌からそれぞれDNAを抽出して、そこに含まれるDNAの質量の違いを分析した。DNAは ^{14}N のみを含むDNA(X)、 ^{14}N と ^{15}N を両方含むDNA(Y)、 ^{15}N のみを含むDNA(Z)に分離できた。

DNAの質量の違いを分析するための測定を行ったとき、図2に示すような結果が得られた。ただし、分裂前の大腸菌を1代目、1回分裂後の大腸菌を2代目とする。

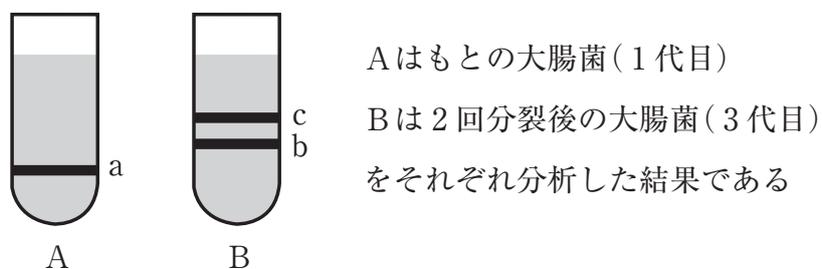


図2 DNAの質量の違いを分析した結果の模式図

問1 空欄 ~ にあてはまる適切な語句を記せ。
 と には人名が入る。ただし、同じ語句を2回以上使ってはならない。

問2 , , からなる構成単位の名称を記せ。

問3 DNAとRNAで構造が異なっている構成要素を ,
, からすべて選んで、ア, イ, ウで答えよ。

問 4 以下は、DNA の質量の違いの分析手法について述べた文章である。空欄 ～ に入る最も適切な語句を下の語群から選んで記せ。ただし、同じ語句を 2 度選んではならない。

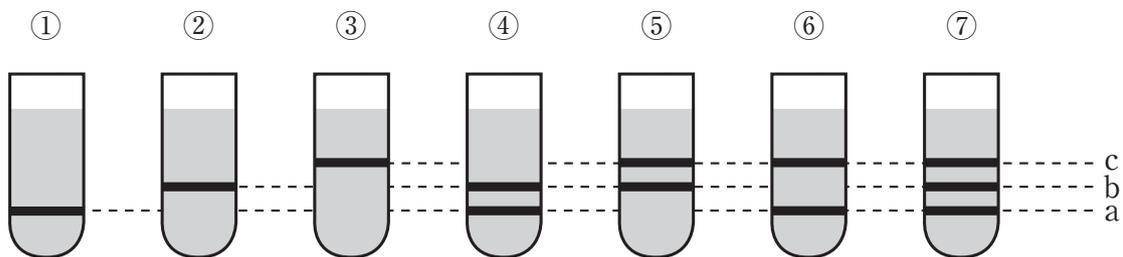
遠沈管中に の濃い溶液と質量の異なる DNA 試料をおいて を行う。その結果、遠沈管中に 勾配ができ、DNA 試料はそれぞれの と釣り合う場所に移動してバンドを形成する。

[語群]

イオン，温度，密度，アガロース，塩化セシウム，塩化カルシウム，遠心分離，電気泳動，PCR 法

問 5 図 2 に示したバンド a, b, c は質量の異なる DNA である X, Y, Z のうちのどれを含んでいるか、それぞれ記号で答えよ。

問 6 2 代目の大腸菌から抽出した DNA の質量を分析した結果として最も適切なものを以下の①～⑦の中から 1 つ選び、記号で答えよ。ただし、図中の a, b, c は図 2 に示されたバンド a, b, c と同じ位置を表している。



問 7 4代目(3回分裂後)の大腸菌ではDNAのX, Y, Zの量の比率はどうか, 最も適当なものを次の①~⑩の中から1つ選び, 記号で答えよ。

	X	Y	Z		X	Y	Z
①	1	0	0	⑥	3	1	0
②	1	1	0	⑦	3	1	1
③	1	1	1	⑧	4	2	1
④	2	1	0	⑨	10	5	1
⑤	2	1	1	⑩	100	10	1

2

(1) 次の文章を読んで、問1～問8の答を解答欄に記入せよ。

腎臓は体内環境を一定に保つ重要なはたらきをもつ。腎臓で2つの重要な過程を経ることで、血しょうから不要な物質が取り除かれる。1つ目は、動脈血をろ過して原尿となる成分を取り出す過程である。糸球体の毛細血管とボーマンのうの間は、血液中の物質をこし取るはたらきをもった構造になっている。毛細血管からボーマンのうの中に押し出された成分は原尿となる。2つ目は、つくられた原尿から、必要な成分を再び血液中に戻す過程である。生きていくために必要な原尿中の成分は、細尿管や集合管を通過するときに、周囲の毛細血管内へ回収され、腎臓の静脈の血しょうへと戻される。この過程を再吸収と呼ぶ。腎臓は、このようにろ過と再吸収という2つの過程を経て、不要な物質だけを排出して、体内環境の恒常性に重要な役割を果たしている。腎臓は、減少した体液をもとに戻すはたらきをもつ。もしも体液の水分が不足すると、体液の塩類濃度が上昇する。同時に、血液の総量が減少する。この2つの変化は間脳で感知され、バソプレシンの分泌を促す。

[語群]

アミノ酸、グルコース、血球、タンパク質、尿素

問1 糸球体とボーマンのうをあわせた構造の名称を記せ。

問2 糸球体とボーマンのうをあわせた構造から集合管へつながる細尿管を含んだ構造の名称を記せ。

問3 語群に記した血液中の成分を、(A)毛細血管からボーマンのうの中に押し出される成分と、(B)押し出されない成分、に分類して、解答欄に記入せよ。

問 4 語群に記した血液中の成分の中から，原尿中から再吸収されやすい成分を2つ選んで記せ。

問 5 バソプレシンのはたらきについて説明した文章として最も適切なものを以下から1つ選び，記号で答えよ。

- ① 水の再吸収を促進し，血圧を上昇させる。
- ② 水の再吸収を抑制し，血圧を上昇させる。
- ③ 水の再吸収を促進し，血圧を低下させる。
- ④ 水の再吸収を抑制し，血圧を低下させる。

問 6 体液の減少にともなう体内環境の変化に対応するために，バソプレシンだけでなく鉱質コルチコイドがはたらく。鉱質コルチコイドを分泌する部位の名称を記せ。

問 7 イヌリンは，人体には含まれていない成分であるが腎臓で再吸収されない性質があるので，試験的に血液内に注入して腎臓でのろ過・再吸収の能力を調べるために使われる。ある試験で原尿と尿でのイヌリンの濃度がそれぞれ 1 mg/mL ， 120 mg/mL であった。このときのイヌリンの濃縮率が何倍になるかを求めよ。

問 8 問7と同じ試験で1時間につくられる尿は 60 mL であり，原尿と尿でのナトリウムイオンの濃度がそれぞれ 3 mg/mL ， 5 mg/mL であった場合，1時間に再吸収されるナトリウムイオンは何 mg になるかを求めよ。

(2) 次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

私たちは外部からの異物の侵入に備え、それらを適切に排除するための免疫を備えている。とは骨髄で造血幹細胞から次々と作られる免疫に関わるリンパ球の一種であり、はに移動して成熟する。自己の成分を認識するリンパ球は、成熟の過程で選別されて自ら死滅^aして排除されたり、免疫反応が生じないようになりたりしている。このような選別過程を経て残ったリンパ球が、私たちの体の中にあらかじめ待機していて、外部からの病原体の侵入に備えている。獲得免疫では、細菌などの微生物が私たちの体内に侵入すると、それを異物として直接認識できるは活性化されて分化・増殖し、という体液性免疫の主成分を分泌するようになる。一方でが異物を取り込み、を活性化する。

白血病は血球ががんになる病気である。治療のために造血幹細胞移植(骨髄移植)を実施することがあるが、この場合には移植に先だって放射線を照射して、がん化した血球を含む体内の白血球や造血幹細胞をすべて消失させる。患者に移植された造血幹細胞は、やがて体内で新しく白血球などをつくる。ある男性が白血病を発症したため、この造血幹細胞移植を実施することになった。この患者の血液型はAB型で、スギ花粉アレルギー症状があり、BCGの接種歴がありツベルクリン反応は陽性であった。患者の家族は父、母のほかに、一卵性双生児*の弟が健在であり、血液型は3人ともAB型であった。また父、母、弟の3人ともスギ花粉アレルギーは発症しておらず、スギ花粉に対するは検出されなかった。また家族は3人ともBCGの接種歴がありツベルクリン反応は陽性であった。家族の中から適切と考えられる造血幹細胞の提供者^bを選び、患者に放射線照射ののち造血幹細胞移植を行うと徐々に新たに正常な白血球が出現し、1か月後に血中の白血球数が正常値に戻ったため退院した。

*：一卵性双生児は1つの受精卵から別々に発生した個体である。

問 1 空欄 ～ にあてはまる適切な語句を，以下の語群から選んで記せ。ただし，同じものを 2 度選んではならない。

[語群]

T 細胞，B 細胞，樹状細胞，抗原，抗体，補体，肝臓，心臓，胸腺

問 2 下線部 a にあるように，自己に対する免疫応答が抑制されている状態を何と呼ぶか記せ。

問 3 獲得免疫とは異なる免疫のしくみである自然免疫にも やマクロファージは関わっている。自然免疫のしくみとして，多様な病原体を認識するために やマクロファージの細胞膜上ではたらく受容体の一例をあげて，その名称を記せ。

問 4 下線部 b について，家族の中から造血幹細胞の提供者として適している人を選ぶにあたっての判断として，最も適切なものを以下から 1 つ選び，記号で答えよ。

- ① 家族は患者と同じ血液型であるので，3 人のいずれも適切である。
- ② 弟は患者と同じ MHC 遺伝子をもつので，弟が最も適切である。
- ③ ツベルクリン反応が陽性であるので，3 人のいずれも不適切であり，この移植は本来行うべきではなかった。
- ④ 弟は患者と同じ食事をとって育ったので，弟が最も適切である。
- ⑤ 患者は母の卵細胞から発生したのであるから，母が最も適切である。
- ⑥ 父は患者と同じ男性であり患者よりも年齢が高く多くの免疫反応を経験してきているので，父が最も適切である。

問 5 造血幹細胞移植から1年後，造血幹細胞移植を受けた患者のツベルクリン反応の結果とスギ花粉アレルギーの有無についての予想として，最も適切なものを以下から1つ選び，記号で答えよ。ただしこの患者は，造血幹細胞移植後の1年間，結核菌の感染やBCGの接種，およびスギ花粉との接触やスギ花粉からの免疫的な刺激を受けることは，一切なかったものとする。

- ① ツベルクリン反応は陽性，スギ花粉アレルギーを発症
- ② ツベルクリン反応は陰性，スギ花粉アレルギーを発症
- ③ ツベルクリン反応の結果は予想不可能，スギ花粉アレルギーを発症
- ④ ツベルクリン反応は陽性，スギ花粉アレルギーを発症せず
- ⑤ ツベルクリン反応は陰性，スギ花粉アレルギーを発症せず
- ⑥ ツベルクリン反応の結果は予想不可能，スギ花粉アレルギーを発症せず

3

(1) 次の文章を読んで、問1～問7の答を解答欄に記入せよ。

内分泌系では、ホルモンが血液中に分泌され、特定の標的器官に作用する。ホルモンの分泌には、脳の間脳にある と、それにつながっている脳下垂体が中心的な働きをしている。脳下垂体は、多種類のホルモンを分泌する。

標的器官には標的細胞があり、特定のホルモンを受け取る受容体が存在する。ホルモンには、水に溶けやすい水溶性ホルモンと、脂質に溶けやすい脂溶性ホルモンとがある。タンパク質やポリペプチドでできたホルモンは、水溶性ホルモンであり、膜を透過できず、細胞膜に存在する受容体に結合する。一方、脂溶性ホルモンは細胞内に直接浸入し、細胞内の受容体と結合し、DNAにはたらきかける。

血糖値を調節するホルモンとしてはたらくインスリンは、にあるランゲルハンス島のB細胞から分泌される。一方、ランゲルハンス島のA細胞から分泌されるグルカゴンは、の分解を促進することで、血糖値の調節に関与している。糖尿病になると血糖値の調節がうまくいなくなる。糖尿病には1型と2型があり、1型ではによりランゲルハンス島のB細胞が失われることで発症する。は、本来は外界からの有害な異物を攻撃している免疫反応が、自分自身の正常な細胞や組織に対して反応し、攻撃してしまうことで発症する。同様のしくみで起こる病気には、1型糖尿病以外にも、関節にある細胞が標的となって、関節が炎症を起こしたり変形したりするがある。

糖質コルチコイドは、血糖値がすると分泌が促進され、タンパク質の分解やグルコースの合成を促進する。糖質コルチコイドだけでなくチロキシンやアドレナリンなどのホルモンも肝臓や筋肉などの標的器官に作用すると、さまざまな代謝が促進される。

問 1 空欄 ア ~ カ にあてはまる適切な語句を記せ。ただし、同じ語句を 2 回以上使ってはならない。

問 2 下線部 a について、一般にタンパク質やポリペプチドでできたホルモンは、細胞内で合成されたのち細胞小器官を經由し、分泌顆粒に封入される。タンパク質の分泌過程ではたらく細胞小器官の組み合わせとして最も適切なものを以下から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① ミトコンドリアとリソソーム
- ② ミトコンドリアとゴルジ体
- ③ 小胞体と核
- ④ 小胞体とゴルジ体
- ⑤ リソソームとゴルジ体

問 3 下線部 b の細胞膜について、細胞膜を構成している主成分の名称を以下からすべて選び、記号で答えよ。

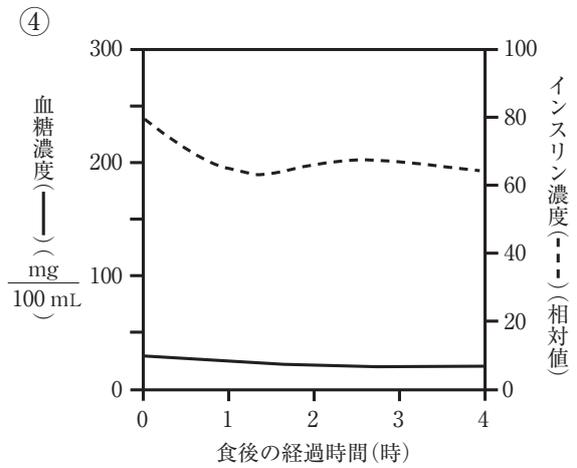
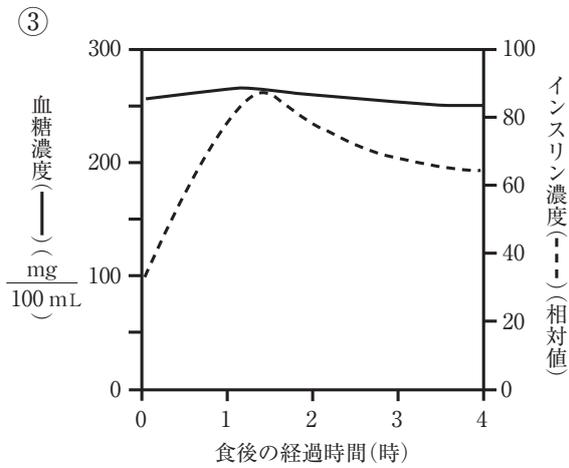
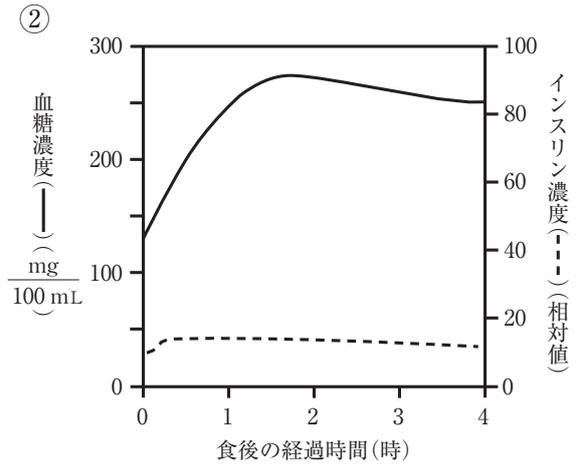
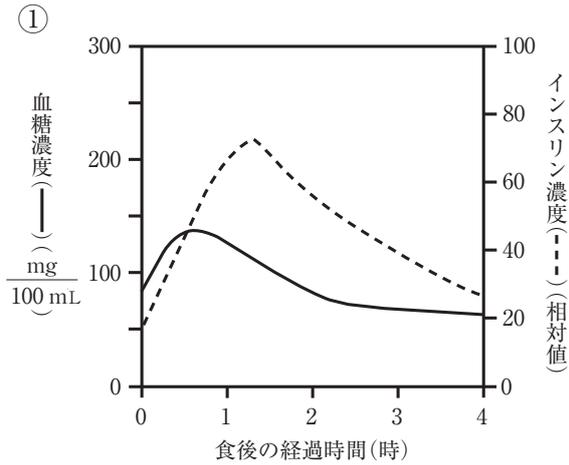
- ① DNA ② RNA ③ タンパク質
- ④ リン脂質 ⑤ リボソーム

問 4 下線部 c のインスリンは、2 本のペプチド鎖が S-S 結合でつながった構造をもつポリペプチドである。この S-S 結合は、あるアミノ酸の側鎖間で形成されている。このアミノ酸の名称を記せ。

問 5 下線部 d について，2 型糖尿病について説明した文章として最も適切なものを以下から 1 つ選び，記号で答えよ。

- ① 遺伝性の疾患であり，血糖値の調節に必要なインスリンをつくるために必要な遺伝子がうまれつき欠損しているために発症する。
- ② 遺伝性の疾患であり，血糖値の調節に必要な糖質コルチコイドをつくるために必要な遺伝子がうまれつき欠損しているために発症する。
- ③ 肥満などによりインスリンの分泌が低下したり，標的細胞がインスリンを受け取れなくなったりすることで発症する。
- ④ 過度のダイエットなどにより，食べ物からのインスリンの摂取量が低下することで発症する。

問 6 下線部 d の糖尿病について、下記のグラフは、食後の血糖濃度の変化と血中インスリン濃度の変化を示している。健常者、1 型糖尿病の患者、2 型糖尿病の患者のグラフとして適切なグラフをそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えよ。



問 7 下線部 e について，血液中にチロキシンを注射すると，ア や脳下垂体前葉からの放出ホルモンや刺激ホルモンの分泌量が抑制される。これは甲状腺から分泌されたチロキシンの抑制作用を示すためである。このように，最終産物や最終的なはたらきの効果がはじめの段階に戻って作用を及ぼすことを何というか，答えよ。

(2) 次の文章を読んで、問1～問6の答を解答欄に記入せよ。

植物は生涯を通じて、多くの環境要因の影響を受ける。変化する環境の中で子孫を残すために様々な工夫をしている。種子形成では種子が成熟するに従い、の含有量が増加し、貯蔵物質の蓄積と含まれるの減少が誘発される。完成した種子は、胚の活動を停止し、植物の生育に適さない環境でも長期間耐えることができる。このような状態は種子のと呼ばれる。種子のなかには、水、酸素、温度の環境要因に加えて更に他の環境要因^aが加わらないと発芽しない種子がある。レタスやタバコの種子では吸水後に光を浴びることにより発芽が促進される。このような種子をという。これに対して、発芽に光の作用を必要としない種子をという。発芽に対する光の効果は種子の中にある光受容体が発芽開始の信号としてはた^bらく。吸水後に光を受容すると、種子の中では胚などでの含量が増加し、のはたらきを上回ると、糊粉層でが分泌され、貯蔵デンプンがグルコースに分解されて、発芽のエネルギーとして利用される。

問1 空欄～にあてはまる適切な語句を記せ。ただし、同じ語句を2回以上使ってはならない。

問2 空欄にあてはまる最も適切な酵素を以下から1つ選び、記号で答えよ。

- | | |
|---------|---------|
| ① ペプシン | ② リパーゼ |
| ③ アミラーゼ | ④ カタラーゼ |

問 3 下線部 aにあるように、発芽には温度も極めて重要な要因である。少なくとも種類の植物の種子が吸水後、低温(0～5℃)にさらされることで初めて発芽が可能となる。四季が明瞭な温帯域で発芽のために低温を経験する必要があることは、どのような意味があると考えられるか。40字以内で説明せよ。

問 4 問 3に関連し、発芽における温度条件は花芽形成にも重要な役割を演じている。ダイコンの種子を下記の①～④の条件で発芽させ、土壌に移植して長日条件で育てた。花芽形成として、最も適切なものを以下から1つ選び、記号で答えよ。

- ① 吸水前に種子を1ヶ月間冷蔵庫で低温処理し、その後、種子を1日～1日半、室温・暗所で吸水させ発芽を確認した後、土へ移植した。
- ② 種子を1日～1日半、室温・暗所で吸水させ発芽を確認した後、1ヶ月間冷蔵庫で低温処理し、その後土へ移植した。
- ③ 種子を室温・暗所で吸水させた後、直ちに発芽前の種子を冷蔵庫へ入れて1ヶ月間低温処理し、その後土へ移植した。
- ④ 種子を1日～1日半、室温・暗所で吸水させ発芽を確認した後、直ちに土へ移植した。

問 5 下線部 bの光受容体の名称を記せ。

問 6 下線部 bに関連して、レタスの発芽と光の波長の関係について、以下の文章で誤っているものはどれか。すべて選び、記号で答えよ。

- ① 光受容体は、赤色吸収型と遠赤色吸収型の2つの状態をとる。
- ② 種子に赤色光を照射した後、遠赤色光を照射すると発芽する。
- ③ 種子に赤色光を照射した後、遠赤色光を照射すると発芽しない。
- ④ 発芽に対して促進効果があるのは遠赤色光である。
- ⑤ 発芽に対して促進効果があるのは赤色光である。

4 次の文章を読んで、問1～問7の答を解答欄に記入せよ。

生態系を構成している生物は、その役割によって生産者と消費者に分けられる。

生産者は無機物を取り込んで有機物を合成する **ア** であり、光合成を行う植物や植物プランクトンなどである。

消費者は、生産者が生産した有機物を直接または間接的に取り込んで栄養源にする **イ** で、動物や多くの菌類、細菌である。消費者のうち植物を食べる **ウ** を一次消費者といい、^a **ウ** を食べる **エ** を二次消費者という。

また、生産者が生産した有機物は、枯死体・遺体・排出物に含まれる有機物も含めて、最終的には無機物にまで分解される。この分解過程^bに関わる生物を分解者といい、たとえば菌類・細菌は、生態系において分解者としてもはたっている。

表1は、ある湖沼におけるエネルギー収支の例を示している。

表1 エネルギー収支の例(単位 J/(cm²・年))

栄養段階	総生産量 (同化量)	呼吸量	純生産量	被食量	枯死量	成長量	エネルギー効率 (%)
太陽エネルギー	499262.4	-	-	-	-	-	
生産者	467.9	98.3	369.6	カ	11.8	295.6	0.094
一次消費者	キ	18.5	43.7	13.0	ク	29.4	13.3
二次消費者	13.0	7.6	5.5	0.0	0.0	5.5	ケ

エネルギー効率以外の値は小数点第2位を四捨五入した値である。

河川や海に有機物などを含む汚水が流入すると、その量が少ない時は大量の水による希釈や分解者による分解などにより汚濁物が減少する。これは自然浄化^cと呼ばれる(図1)。

湖や海などにおいて、窒素やリンなどの無機物が蓄積して濃度が高くなる現象は、オと呼ばれる。オは、自然にみられる現象であるが、人間活動によって排出された有機物や窒素、リンが川や海に蓄積して起こることもある。

1960年代のアメリカやイギリスでは、食物連鎖の頂点に立つワシなどの猛禽類^{もう}が激減した。これは農薬として大量に使用された DDT が猛禽類の体内に高濃度に蓄積したために卵の殻が薄くなり、親が卵を抱くときに割れやすくなって起きたことがわかった。このように特定の物質が、外部の環境や植物に含まれるよりも高い濃度で生物体内に蓄積する現象を生物濃縮^dという。

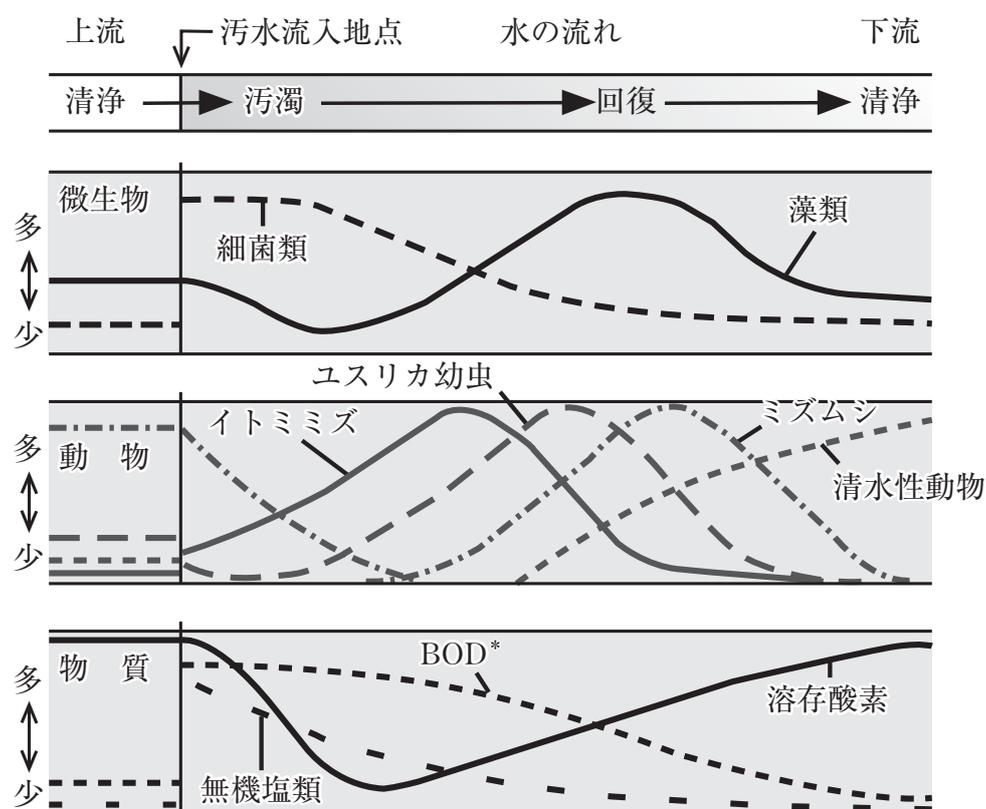


図1 河川における自然浄化
BOD*：生物化学的酸素要求量

問1 空欄 ～ にあてはまる適切な語句を記せ。ただし、同じ語句を2回以上使ってはならない。

問2 下線部 a に関連し、以下の文章で誤っているものはどれか。すべて選び、記号で答えよ。

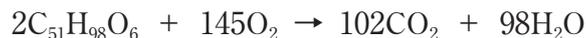
- ① 菌類は核膜をもつが、細菌は核膜をもたない。
- ② 菌類は核膜をもたないが、細菌は核膜をもつ。
- ③ ほとんどの菌類は窒素固定できる。
- ④ 細菌の中には炭酸同化できる種がいる。
- ⑤ 菌類と細菌は、ともに ATP をミトコンドリアで合成する。
- ⑥ すべての細菌の DNA は、イントロンを含む。

問3 表1の中の空欄 ～ にあてはまる最も適切なものを以下から1つ選び、記号で答えよ。同じものを何度選んでもよい。

- ① 62.2 ② 55.9 ③ 52.2 ④ 20.9
- ⑤ 2.0 ⑥ 1.3 ⑦ 0.2

問4 下線部 c に関連して、ある河川にフルクトース ($C_6H_{12}O_6$) とトリステアリン ($C_{57}H_{110}O_6$) のみからなる有機物が流入したが、最終的に微生物の作用により自然浄化された。この際の微生物による呼吸過程でのフルクトースとトリステアリンの分解過程を示す化学反応式を例にならって記せ。ただし、分解過程では酸素が十分に存在する条件で進み、生成物は二酸化炭素と水のみであると仮定し、反応により生じる ATP については、書かなくてもよい。また、この有機物を含む河川水を採取して、そこにすむ微生物の呼吸商をしらべたところ、0.8 であった。この有機物に含まれるフルクトースとトリステアリンのモル比を答えよ。途中の計算過程も示すこと。ただし、この有機物が流入するまでの河川水には有機物が含まれていなかったものとする。フルクトースとトリステアリンのモル比は、フルクトース：トリステアリン＝_____：_____という表現で答えよ。

化学反応式の例：



問5 図1に関連して、河川の水質は水生生物相の変化によっても判定することができる。このような生物を指標生物というが、図1の中のどれが指標生物に相当するか。水質の順に指標生物名を記せ。

問6 図1に関連して、汚水流入直後から河川の溶存酸素量が低下し、その後清浄性が回復するに従い上昇した。また、BODは徐々に低下した。これらの理由について、微生物と関連付けて回復の段階を追いながら、120字以内で説明せよ。

問7 下線部 d に関連して、DDT や PCB などの汚染物質は環境中に低濃度しか存在しなくても、体外に排出されないため生物濃縮を生じる。この理由を、化合物のもつ性質と生体での蓄積や排出のされやすさの関係について言及しながら、45字以内で説明せよ。

