

生物基礎

(1期)

生物基礎(1期)

第1問

代謝と遺伝子に関する次のA・Bの文章を読み、問1～9に答えよ。

A 生体内で行われる化学反応は代謝と総称され、代謝には や がある。 は単純な物質から複雑な物質を合成してエネルギーを 過程であり、 は複雑な物質を単純な物質に分解してエネルギーを 過程である。これらの過程では、ATPがエネルギーのやり取りを仲立ちする分子として用いられ、ATPには高エネルギーリン酸結合が存在する。図1は、細胞内で行われる代表的な代謝反応である光合成と呼吸の過程を模式的に示したものである。

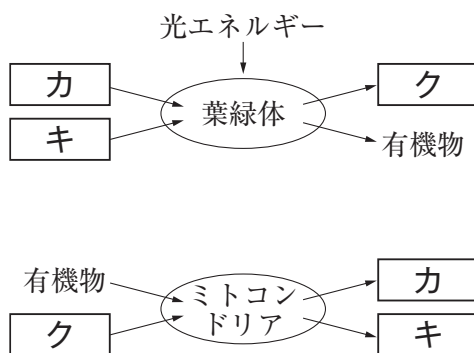


図1

問1 Aの文章中の ～ に入る語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

	ア	イ	ウ	エ
①	異化	同化	取り出す	蓄える
②	異化	同化	蓄える	取り出す
③	同化	異化	取り出す	蓄える
④	同化	異化	蓄える	取り出す

問2 下線部オについて、ATPの構造と、ATPに存在する高エネルギーリン酸結合の位置（図中の↓）を示した模式図として最も適切なものを、次の①～⑧から一つ選べ。

解答番号

①



②



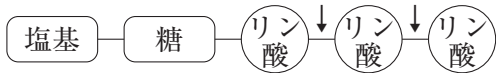
③



④



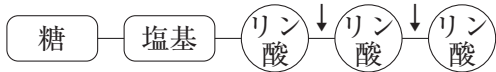
⑤



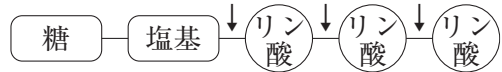
⑥



⑦



⑧



問3 図1について、図中の **カ** ~ **ク** にあてはまる物質の組み合わせとして最も適切なものを、次の①~⑧から一つ選べ。

解答番号 **3**

	カ	キ	ク
①	水	窒素	二酸化炭素
②	水	二酸化炭素	水素
③	酸素	二酸化炭素	水
④	酸素	窒素	二酸化炭素
⑤	窒素	水	酸素
⑥	窒素	酸素	水
⑦	二酸化炭素	窒素	酸素
⑧	二酸化炭素	水	酸素

問4 生体内で行われる代謝には、酵素が関与している。酵素に関する次の記述 a ~ d のうち、正しい記述の組み合わせとして最も適切なものを、下の①~⑥から一つ選べ。

解答番号 **4**

- a 核酸が主成分である。
- b 触媒としてはたらき、反応前後で自身は変化しない。
- c 葉緑体内やミトコンドリア内ではたらくものもある。
- d 細胞内のみではたらくことができる。

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

問5 ダイコンの細胞内にはカタラーゼが存在する。ダイコンの根をすりおろしたものを用意し、これを二分してそれぞれ試験管に入れ、一方を煮沸した（煮沸していない方を試験管P、煮沸した方を試験管Qとする）。試験管Qを冷ました後に、試験管P、試験管Q、および、空の試験管Rに、それぞれ同量の過酸化水素水を加えたところ、試験管Pでは気泡が発生し、試験管QとRでは気泡の発生はみられなかったが、試験管Pでも気泡は数分間で発生しなくなった。これらの実験に関する次の記述a～dのうち、正しい記述の組み合わせとして最も適切なものを、下の①～⑥から一つ選べ。

解答番号

- a 発生した気体を石灰水に通じると、石灰水は白濁する。
- b 発生した気体に線香の燃えさしを近づけると、線香は激しく燃える。
- c 気泡が発生しなくなった試験管Pに過酸化水素水を加えると、気泡の発生がみられる。
- d 過酸化水素水を加えた試験管Qにダイコンの根をすりおろしたものを煮沸せずに加えても、気泡の発生はみられない。

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

B DNAは、リン酸と と塩基からなる が多数結合した2本の 鎖が、塩基を介して互いに結合し、二重らせん構造を形成した分子である。DNAの塩基には、アデニン、シトシン、グアニン、チミンの4種類があり、これらには特定の塩基どうしが に結合する性質がある。

DNAが遺伝情報を保持する遺伝子の本体であることは、20世紀なかごろに行われた肺炎双球菌やバクテリオファージを用いた実験によって明らかにされた。以下の実験1・2は、これらのうち肺炎双球菌を用いた実験の一部である。

実験1 肺炎双球菌には、病原性があり多糖類でできた^{さや}鞘をもつS型菌と、病原性がなく鞘をもたないR型菌があり、生きたS型菌（S型生菌）をマウスに接種すると肺炎を発症するが、生きたR型菌（R型生菌）をマウスに接種しても肺炎を発症しない。そこで、S型生菌を煮沸したもの（S型死菌）をマウスに接種したところ、マウスは肺炎を発症しなかったが、S型死菌とR型生菌を混合したものをマウスに接種したところ、マウスは肺炎を発症し、肺炎を発症したマウスの体内からS型生菌が検出された。

実験2 タンパク質を分解する酵素X、DNAを分解する酵素Y、および、多糖類を分解する酵素Zを用意した。S型生菌をすりつぶしたものに、これらの酵素を表1に示すような組み合わせで添加し、それぞれの分解酵素が分解する物質が完全に分解された後にR型生菌と混合して、検出された生菌の種類を調べた。

表1

	酵素 X	酵素 Y	酵素 Z	検出された生菌
試料 1	○	○	○	R 型
試料 2	○	○	×	<input type="text" value="9"/>
試料 3	○	×	○	<input type="text" value="10"/>
試料 4	×	○	○	<input type="text" value="11"/>
試料 5	×	×	×	R 型、S 型

○は各酵素を添加したことを、×は添加しなかったことを示す

問6 Bの文章中の ～ に入る語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧から一つ選べ。

解答番号

	ケ	コ	サ
①	リボース	ヌクレオシド	相補的
②	リボース	ヌクレオシド	半保存的
③	リボース	ヌクレオチド	相補的
④	リボース	ヌクレオチド	半保存的
⑤	デオキシリボース	ヌクレオシド	相補的
⑥	デオキシリボース	ヌクレオシド	半保存的
⑦	デオキシリボース	ヌクレオチド	相補的
⑧	デオキシリボース	ヌクレオチド	半保存的

問7 遺伝情報を保持する物質として2本鎖DNAをもつある生物について、DNAに含まれるアデニンの割合(%)をA、シトシンの割合(%)をC、グアニンの割合(%)をG、チミンの割合(%)をTと表す。A、C、G、Tを用いた等式のうち常に成立するとは限らないものを、次の①～⑤から一つ選べ。

解答番号

- ① $C=G$ ② $A+C=T+G$ ③ $A-C=T-G$
 ④ $A+T=G+C$ ⑤ $A-T=G-C$

問8 実験1において、S型死菌とR型生菌を混合したものをマウスに接種したときに、マウスの体内からS型生菌が検出された理由に関する記述として最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

- ① R型生菌において突然変異が起こり、R型生菌がS型生菌になった。
- ② R型生菌がS型死菌にふくまれる物質を取り込み、S型生菌の性質をもつようになった。
- ③ S型死菌が形質転換を行い、S型生菌に変化した。
- ④ S型死菌がR型生菌がもつ生存に必要な物質を取り込み、再び増殖するようになった。

問9 実験1・実験2などの実験からDNAが遺伝子の本体であることが明らかになったことを考慮して、実験2の結果を示す表1の ～ に入る生菌の種類として最も適切なものを、次の①～④からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じ選択肢をくり返し選んでもよい。

解答番号 ～

- ① R型 ② S型 ③ R型, S型 ④ なし

第2問

動物の体内環境に関する次のA・Bの文章を読み、問1～10に答えよ。

A ヒトの循環系は、血管系とリンパ系からなる。血管系では、心臓から送り出された血液は、動脈を通過して体中の組織の毛細血管に達し、その後、静脈を通過して心臓に戻る。図1は、ヒトの体における血液の循環を模式的に示したものであり、図中のア～クの記号は血管を、矢印は血管内を血液が流れる方向を示している。

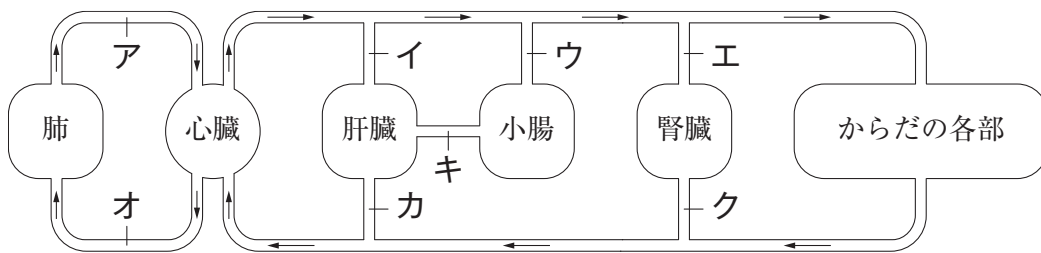


図1

問1 ヒトの血管系とリンパ系に関する記述として最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

- ① 血しょうの一部が毛細血管から組織の細胞間に出て組織液となるため、ヒトの血管系は開放血管系と呼ばれる。
- ② 体循環には右心室から血液が送り出され、肺循環には左心室から血液が送り出される。
- ③ 組織液の一部がリンパ管内に入ってリンパ液となり、リンパ管は鎖骨下静脈で血管と合流する。
- ④ 動脈には血液の逆流を防ぐための弁が存在するが、静脈とリンパ管に弁は存在しない。

問2 図1中のア～クの血管のうち、静脈血が流れている血管の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

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

問3 図1中のア～クの血管に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選べ。

解答番号

- ① アは肺動脈であり、オは肺静脈である。
- ② イは肝門脈であり、キは肝動脈である。
- ③ 食後には、ウを流れる血液よりもキを流れる血液の方が血糖濃度が低い。
- ④ 食後には、アを流れる血液よりもオを流れる血液の方が血糖濃度が低い。
- ⑤ エを流れる血液よりもクを流れる血液の方が尿素濃度が高い。
- ⑥ イを流れる血液よりもカを流れる血液の方が尿素濃度が高い。

問4 酸素濃度と全ヘモグロビンに対する酸素ヘモグロビンの割合の関係を示したグラフを、酸素解離曲線という。図2は、ある条件下における酸素解離曲線を示したものである。図2において、肺胞での酸素濃度の相対値を100、組織Xでの酸素濃度の相対値を30とした場合、肺胞から組織Xへと運ばれた酸素のうち組織Xで解離される酸素の割合は何%になるか。最も適切なものを、下の①～⑧から一つ選べ。ただし、肺胞と組織Xにおいて、酸素濃度以外の条件は変わらないものとする。

解答番号 15

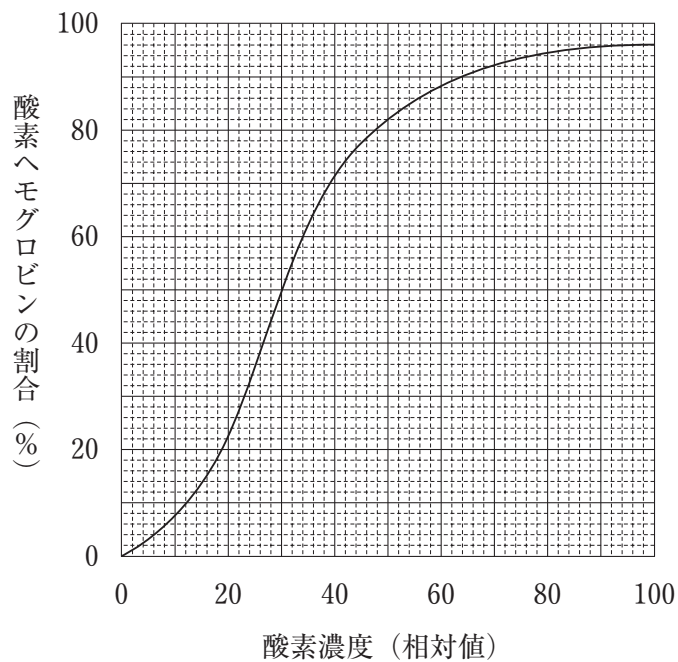


図2

- | | | | |
|-------|-------|-------|--------|
| ① 0% | ② 30% | ③ 46% | ④ 48% |
| ⑤ 50% | ⑥ 66% | ⑦ 96% | ⑧ 100% |

問5 組織 X における二酸化炭素濃度が上昇した場合、組織 X での酸素ヘモグロビンの割合と、組織 X への酸素供給量の変化として最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選べ。ただし、肺胞と組織 X における酸素濃度は問 4 で示した条件と変わらないものとする。

解答番号

16

- ① 組織 X での酸素ヘモグロビンの割合は上昇し、組織 X への酸素供給量は増加する。
- ② 組織 X での酸素ヘモグロビンの割合は上昇し、組織 X への酸素供給量は変化しない。
- ③ 組織 X での酸素ヘモグロビンの割合は上昇し、組織 X への酸素供給量は減少する。
- ④ 組織 X での酸素ヘモグロビンの割合は低下し、組織 X への酸素供給量は増加する。
- ⑤ 組織 X での酸素ヘモグロビンの割合は低下し、組織 X への酸素供給量は変化しない。
- ⑥ 組織 X での酸素ヘモグロビンの割合は低下し、組織 X への酸素供給量は減少する。

B ヒトの副腎は腎臓の上部に存在する左右一対の内分泌腺であり、内部の副腎髄質とそれを取りまく副腎皮質からなる。副腎髄質は 神経の刺激によってアドレナリンを分泌し、アドレナリンは、肝臓におけるグリコーゲンの を促進するとともに、心臓の拍動を するなどの作用をもつ。これに対して、副腎皮質は、鉱質コルチコイドと糖質コルチコイドを分泌する。

副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌は、視床下部から分泌される CRH（副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン）と、脳下垂体前葉から分泌される ACTH（副腎皮質刺激ホルモン）によって調節されている。CRH は脳下垂体前葉に作用し、ACTH の分泌を促進する。また、ACTH は副腎皮質に作用し、糖質コルチコイドの分泌を促進するとともに、副腎皮質の発達を促す。さらに、糖質コルチコイドは視床下部と脳下垂体前葉に作用し、CRH や ACTH の分泌を抑制する。このため、マウスにおいて左右どちらか一方の副腎を除去すると、はじめ糖質コルチコイドの血中濃度が低下するが、やがて CRH の血中濃度が するとともに ACTH の血中濃度が し、これによって体内に残された副腎の重量が して、糖質コルチコイドの血中濃度が副腎を除去する前と同程度まで回復する。

問 6 B の文章中の ～ に入る語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧から一つ選べ。

解答番号

- | | ケ | コ | サ |
|---|-----|----|----|
| ① | 交感 | 合成 | 促進 |
| ② | 交感 | 合成 | 抑制 |
| ③ | 交感 | 分解 | 促進 |
| ④ | 交感 | 分解 | 抑制 |
| ⑤ | 副交感 | 合成 | 促進 |
| ⑥ | 副交感 | 合成 | 抑制 |
| ⑦ | 副交感 | 分解 | 促進 |
| ⑧ | 副交感 | 分解 | 抑制 |

問7 下線部シについて、鉱質コルチコイドと糖質コルチコイドの作用に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選べ。

解答番号

- ① 鉱質コルチコイドは、腎臓の集合管などに作用して水の再吸収を抑制し、尿量を増加させる。
- ② 鉱質コルチコイドは、腎臓の細尿管などに作用してナトリウムイオンの再吸収を促進し、血圧を上昇させる。
- ③ 鉱質コルチコイドは、肝臓などに作用して血中へのナトリウムイオンの放出を促進し、体液の塩分濃度を上昇させる。
- ④ 糖質コルチコイドは、腎臓の細尿管などに作用してグルコースの再吸収を促進し、血糖値を上昇させる。
- ⑤ 糖質コルチコイドは、さまざまな組織に作用してタンパク質からの糖の合成を促進し、血糖値を低下させる。
- ⑥ 糖質コルチコイドは、さまざまな組織に作用して血中へのグルコースの放出を促進し、体液の塩分濃度を低下させる。

問8 Bの文章中の ～ に入る語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧から一つ選べ。

解答番号

- | | ス | セ | ソ |
|---|----|----|----|
| ① | 低下 | 低下 | 減少 |
| ② | 低下 | 低下 | 増加 |
| ③ | 低下 | 上昇 | 減少 |
| ④ | 低下 | 上昇 | 増加 |
| ⑤ | 上昇 | 低下 | 減少 |
| ⑥ | 上昇 | 低下 | 増加 |
| ⑦ | 上昇 | 上昇 | 減少 |
| ⑧ | 上昇 | 上昇 | 増加 |

問9 脳下垂体前葉に腫瘍^{しゅよう}が形成されることで、脳下垂体前葉からの ACTH の分泌量が増加する疾病がある。この疾病の患者における CRH と糖質コルチコイドの分泌量に関する記述として最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。ただし、この患者の視床下部と副腎皮質には異常はないものとする。

解答番号

- ① CRH の分泌量も糖質コルチコイドの分泌量も減少していると考えられる。
- ② CRH の分泌量は減少し、糖質コルチコイドの分泌量は増加していると考えられる。
- ③ CRH の分泌量は増加し、糖質コルチコイドの分泌量は減少していると考えられる。
- ④ CRH の分泌量も糖質コルチコイドの分泌量も増加していると考えられる。

問10 糖質コルチコイドには抗炎症作用があるため、人工合成した糖質コルチコイドを用いた製剤が広く抗炎症薬として利用されており、これらはステロイド剤と通称される。一般に、ステロイド剤を長期的に投与した後にその投与を停止する場合は慎重を期す必要があり、投与量を徐々に減らしながら経過をみることが多い。このような処置が必要な理由として最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

- ① ステロイド剤は ACTH の分泌量の増加を引き起こすため、急に投与を停止すると ACTH の分泌量が急激に減少する可能性があるため。
- ② ステロイド剤は CRH の分泌量の増加を引き起こすため、急に投与を停止すると副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌量が急激に減少する可能性があるため。
- ③ ステロイド剤は副腎皮質の萎縮^{いしゆく}を引き起こすため、急に投与を停止すると糖質コルチコイドの血中濃度が急激に低下する可能性があるため。
- ④ ステロイド剤は副腎皮質の肥大を引き起こすため、急に投与を停止すると糖質コルチコイドの血中濃度が急激に低下する可能性があるため。

第3問

植生の分布と生態系に関する次のA・Bの文章を読み、問1～10に答えよ。

A 地球上では、気温や降水量などの環境条件に応じて、多様な生物の集団がみられ、ある地域の植生とそこに生息する動物などを含めた生物のまとまりはバイオームと呼ばれる。表1は、世界中のさまざまな地点ア～オに成立しているバイオームについてまとめたものである。

表1

地点	バイオームの特徴
ア	おもにイネ科のなかまの草本からなり、アカシアなどの木本も点在する。
イ	多様な広葉樹からなり、樹高が高く、つる植物なども多くみられる。
ウ	ブナ、ミズナラ、カエデ類などの広葉樹からなる。
エ	タブノキ、シイ類、カシ類などの広葉樹からなる。
オ	トウヒ類やモミ類などの針葉樹からなる。

問1 表1の地点アとイに成立しているバイオームの名称の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

- | | ア | イ |
|---|------|-------|
| ① | サバンナ | 硬葉樹林 |
| ② | サバンナ | 熱帯多雨林 |
| ③ | ツンドラ | 硬葉樹林 |
| ④ | ツンドラ | 熱帯多雨林 |

問2 熱帯地域には、年降水量の違いによって、サバンナ、雨緑樹林、熱帯多雨林などのバイオームが成立する。これらのバイオームを、成立する場所の年降水量が多い順に並べたものとして最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選べ。

解答番号

- ① サバンナ > 雨緑樹林 > 熱帯多雨林
- ② サバンナ > 熱帯多雨林 > 雨緑樹林
- ③ 雨緑樹林 > 熱帯多雨林 > サバンナ
- ④ 雨緑樹林 > サバンナ > 熱帯多雨林
- ⑤ 熱帯多雨林 > サバンナ > 雨緑樹林
- ⑥ 熱帯多雨林 > 雨緑樹林 > サバンナ

問3 表1の地点ウでみられるブナ、地点エでみられるタブノキに関する次の記述a～dのうち、正しい記述の組み合わせとして最も適切なものを、下の①～④から一つ選べ。

解答番号

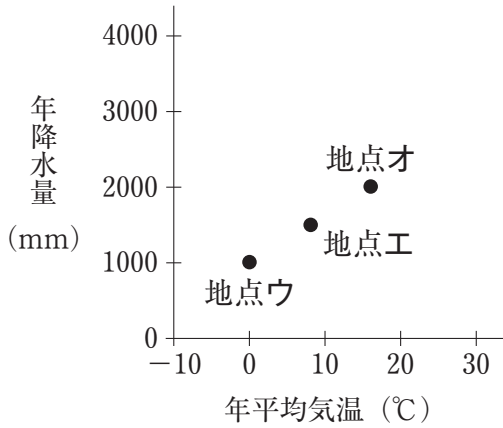
- a ブナは常緑広葉樹であり、タブノキは落葉広葉樹である。
- b ブナは落葉広葉樹であり、タブノキは常緑広葉樹である。
- c ブナの葉ではタブノキの葉よりもクチクラ層がよく発達する。
- d タブノキの葉ではブナの葉よりもクチクラ層がよく発達する。

- ① a, c ② a, d ③ b, c ④ b, d

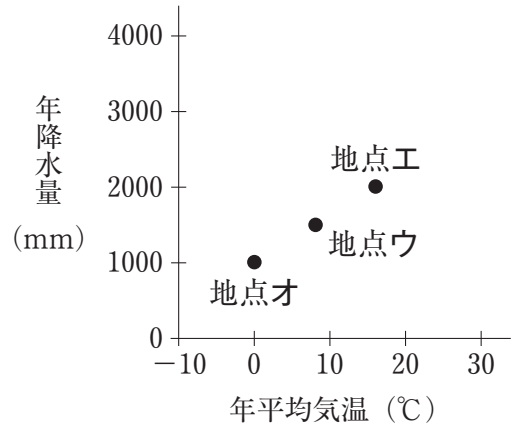
問4 表1の地点ウ, 工, 才は, 年平均気温も年降水量も異なる地点である。地点ウ, 工, 才の年平均気温と年降水量をグラフ上に示したものとして最も適切なものを, 次の①~④から一つ選べ。

解答番号 25

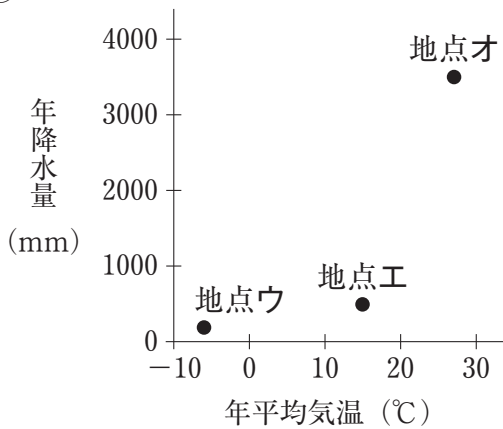
①



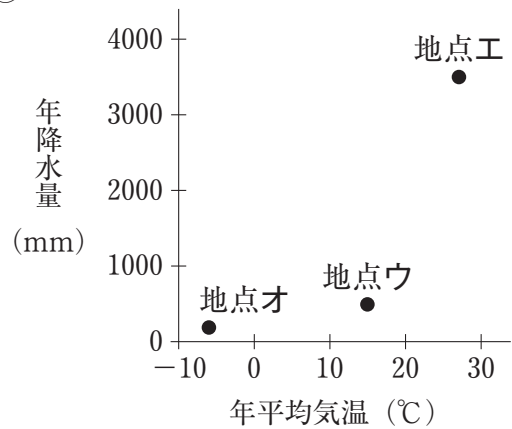
②



③



④



問5 地球温暖化が進行して気温が上昇すると、ある地点に成立しているバイオームが別のバイオームに変化する可能性がある。気温の上昇にともなうバイオームの変化に関する記述として最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

26

- ① 夏緑樹林が針葉樹林に変化する可能性がある。
- ② 照葉樹林が夏緑樹林に変化する可能性がある。
- ③ 照葉樹林が針葉樹林に変化する可能性がある。
- ④ 針葉樹林が夏緑樹林に変化する可能性がある。

B 生態系は、多くの生物の相互作用によってそのバランスが保たれている。そのため、特定の種が存在しなくなると、生態系に大きな影響が現れることがある。

図1は、ある海岸の岩場でみられた食物網を模式的に示したものである。図中の矢印は被食-捕食の関係を表しており、イボニシはイガイとフジツボを捕食し、ヒトデはヒザラガイ、カサガイ、イガイ、フジツボ、カメノテ、イボニシを捕食する。また、矢印の上の数字は、捕食者が捕食したすべての被食者の中に占めるその被食者の割合を示しており、ハイフン(-)の左側の数字は個体数でみた割合を、ハイフンの右側の数字はエネルギー量(カロリー)でみた割合を、それぞれ百分率(%)で示している。なお、イガイ、フジツボ、カメノテは岩場に固着して生活する動物であり、ヒトデ、イボニシ、ヒザラガイ、カサガイは岩場の上を移動して生活する動物である。

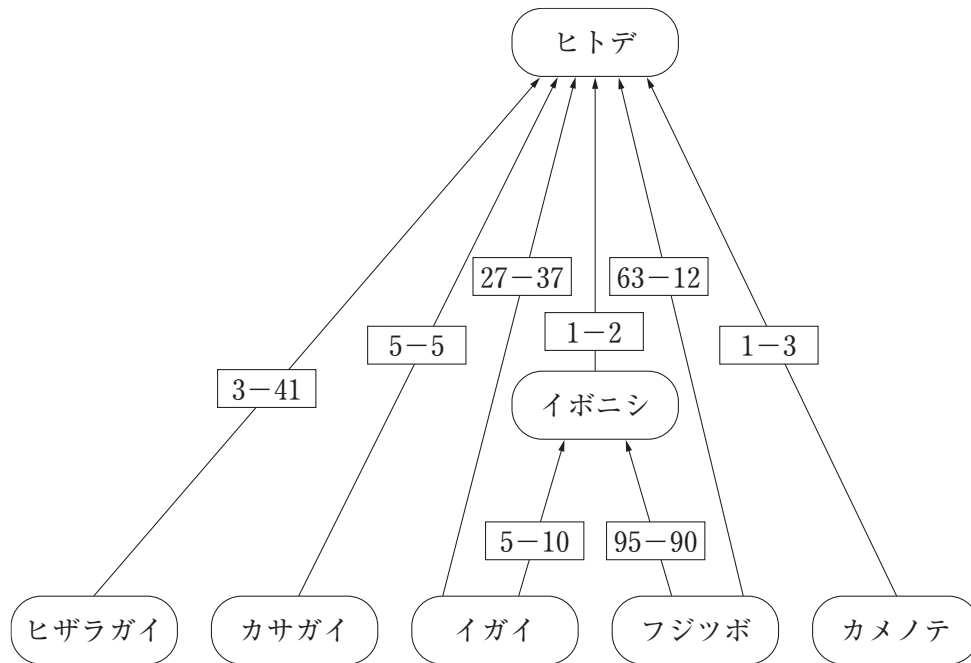


図1

この岩場において、一定の面積の調査区を設定し、調査区から人為的にヒトデを除去し続けたところ、3か月目でフジツボが岩場の大部分を占めるようになり、ア1年後にはイガイが岩場の大部分を占めて、イガイの他にはカメノテとイボニシがわずかにみられるだけとなった。

問6 生態系内で食物網の上位に位置し、他の生物の生活に大きな影響を与えてその生態系のバランスを保つのに重要な役割を担っている生物種を何というか。最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

- ① キーストーン種 ② 極相種 ③ パイオニア種 ④ 優占種

問7 図1に示された食物網に関する記述として最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

- ① ヒトデは一次消費者であり、イボニシは二次消費者である。
② イボニシは一次消費者であり、ヒトデは二次消費者である。
③ ヒトデが捕食する生物を個体数の割合で見ると、イガイとフジツボで全体の9割を占める。
④ ヒトデが捕食する生物のうち、ヒトデが捕食する個体数が最も多いのはフジツボであり、ヒトデが最も多くのエネルギーを得ているのはイガイである。

問8 下線部アについて、この結果から導かれる考察として最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

- ① イボニシがヒトデに捕食されなくなったことで、イボニシとヒザラガイやカサガイとの間での種間競争が激しくなった。
② イガイがヒトデに捕食されなくなったことで、競争力の強いイガイが増殖して他の生物を排除した。
③ ヒトデによる捕食がなくなったことで、ヒトデに捕食されていた個体数が多かった生物ほど増殖した。
④ ヒトデによる捕食がなくなったことで、ヒトデが多くのエネルギーを得ていた生物ほど増殖した。

問9 人間の活動にともなう環境破壊の影響などで、多くの生物が絶滅の危機に瀕^{ひん}しており、このような生物を絶滅危惧種という。日本で絶滅危惧種に指定されている生物として最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

- ① アライグマ ② オオクチバス ③ アホウドリ ④ ウシガエル

問10 生態系の保全と生物の多様性に関する記述として誤っているものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

- ① 里山では、一般に人間による管理が少なくなるほど生物の多様性が高くなる。
② 海水中の栄養塩類が増えて富栄養化が進むと、植物プランクトンが異常に増殖して赤潮が発生することがある。
③ 大気中の二酸化炭素濃度の上昇が、温室効果による気温の上昇を引き起こすことが危惧されている。
④ DDT や有機水銀のような物質が生態系に入り込むと、その物質の体内での濃度は栄養段階が上位の生物ほど高くなることが多い。