

生 物

I (配点 75)

(1) 生体物質に関する以下の問い1)～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ]

1) 水に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 水分子同士は、互いの水素原子で水素結合をつくることができる。
- ② 比熱が小さいため温度変化しにくく、体温変化を抑える役割がある。
- ③ 質量比で、動物細胞の約70%を占める。
- ④ 極性分子である。
- ⑤ 葉緑体のチラコイドでの光化学反応によって $O_2$ と $H^+$ に分解される。

2) 下のアミノ酸①～⑤の中で分子量が最も小さいもの、および、最も大きいものを、それぞれ1つずつ選べ。

分子量が最も小さいアミノ酸:  分子量が最も大きいアミノ酸:

- ① グリシン    ② アルギニン    ③ アラニン    ④ システイン    ⑤ セリン

3) タンパク質の立体構造に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① タンパク質の二次構造は、ポリペプチド内のアミノ酸間の水素結合によって維持される。
- ② タンパク質内のシステインは、還元反応によってお互いに結合することで立体構造を強固にできる。
- ③ 細胞内のシャペロンは、タンパク質が正しい立体構造を形成するのを補助する。
- ④ 熱によって変性したタンパク質は、シャペロンで構造を回復させることはできない。
- ⑤ タンパク質の立体構造はpHに依存するため、強い酸やアルカリが作用すると立体構造が壊れて変性する。

4) 酵素に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① 酵素は基質と反応して反応生成物を生むが、自身は分解されてシャペロンに回収される。
- ② 酵素は触媒する反応の活性化エネルギーを高めて反応を起こりやすくする。
- ③ 唾液アミラーゼの最適 pH と比較し、ペプシンの最適 pH は、より酸性であり、逆にトリプシンの最適 pH は、よりアルカリ性である。
- ④ アロステリック酵素はアロステリック部位と呼ばれる部分を持ち、この部位に調節物質が結合すると活性部位の立体構造が変化する。
- ⑤ 酵素反応における負のフィードバック阻害では、最終産物が、反応の最終段階に作用する酵素への阻害物質として働くことが多い。

5) 細胞接着と細胞骨格に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① 原形質流動は、細胞小器官を結合させたアクチン分子がミオシンフィラメントの上を移動することで起こる。
- ② 微小管を移動するモータータンパク質には方向性があり、ダイニンとキネシンは逆方向に移動する。
- ③ 結合組織では密着結合によって細胞を密着させ、細胞間からの物質の漏出を防ぐ。
- ④ カドヘリンは組織特異的に発現し同じ種類同士で結合するため、動物での器官形成に重要な役割を果たす。
- ⑤ コネクソンは、細胞質基質内の細胞骨格と細胞外基質の物質両方に結合し、細胞と細胞外基質を接着させる。

(2) 細胞に関する以下の問い1)～3)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

1) 細菌と動物細胞のいずれか一方にのみ存在するものとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① 染色体      ② リボソーム      ③ 細胞質基質      ④ 細胞壁      ⑤ ゴルジ体

2) 細胞における情報伝達に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① ホルモンなどの細胞外シグナル分子がGタンパク質共役型受容体に結合すると、共役するGタンパク質に結合するGDPがGTPに入れ替わる。
- ② 細胞内におけるシグナル伝達には特異性が存在し、一つのシグナル分子が一つの分子を活性化する。
- ③ 神経細胞の軸索末端において、膜電位が上昇するとカルシウムイオンチャネルが開いてカルシウムイオンが流入しシナプス小胞を活性化する。
- ④ 植物のフィトクロムは青色光を受けるとPfr型に変化し、核内へシグナルを伝達する。
- ⑤ オーキシンは細胞内の受容体に結合すると、転写抑制因子の合成を促進して遺伝子発現を抑制する。

3) 小胞が関与する細胞機能として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① マクロファージによる異物の取り込み
- ② 消化酵素の細胞外への分泌
- ③ 膜タンパク質の移動
- ④ ステロイドホルモンの細胞内への取り込み
- ⑤ 核からリボソームへのmRNAの移動

(3) 恒常性の維持に関する以下の問い1)～5)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

1) 血球に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① 赤血球は毛細血管壁を通り抜け、血管外に出ることができる。
- ② 血中の二酸化炭素は血しょう中の酵素の働きで炭酸水素イオンになる。
- ③ 血液を試験管に入れて静置すると、血べいと血しょうに分離する。
- ④ リンパ節には免疫細胞が集まっており、リンパ液中の病原体を取り除く。
- ⑤ ヘモグロビンは、同じ酸素濃度なら二酸化炭素濃度が高いほど酸素を解離しやすい。

2) 腎臓と肝臓に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。  
ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① 細胞外液におけるイオン濃度の調節には腎臓が、タンパク質などの有機物の濃度の調節には肝臓が重要な役割を果たす。
- ② 腎臓において、糸球体は主に皮質に分布し、細尿管は髄質に分布する。
- ③ 腎静脈の血液は、腎動脈と比べ尿素が多く、タンパク質はあまり変わらない。
- ④ 肝臓に蓄積されているグリコーゲンは、低血糖時はグルカゴンやアドレナリンの働きによってグルコースに分解される。
- ⑤ 消化管からの血液は門脈を通過して肝臓と脾臓に流入し、老化した赤血球の破壊やヘモグロビンの処理が行われる。

3) 体内環境の維持に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。  
ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① 交感神経を刺激する薬は、気管支を収縮させて呼吸困難を悪化させる可能性がある。
- ② 血中の二酸化炭素濃度の変化は延髄で検知され、濃度上昇は交感神経を刺激して心拍数を増加させる。
- ③ 内分泌腺では物質は血中へ放出されるのに対して、外分泌腺では物質は細胞外基質へ放出される。
- ④ 自律神経系においては、交感神経と副交感神経がきつ抗的に働いてお互いを調節するのに対して、内分泌系においてはフィードバックが調節に重要である。
- ⑤ チロキシンとアドレナリンは、ともに肝臓における物質の分解を促して体温を上昇させる。

4) 免疫に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 23 , 24

- ① 白血球の中で、好中球、T細胞とB細胞はおもに獲得免疫に、マクロファージ、ナチュラルキラー細胞はおもに自然免疫にかかわる。
- ② ナチュラルキラー細胞は、ウイルスに感染した細胞を細胞表面の違いで見分けることができる。
- ③ 体内に侵入する抗原分子は多種多様であるため、個々のB細胞が複数種の抗体を作ることによって様々な病原体に対応できる。
- ④ 樹状細胞は自然免疫には関与しないが、T細胞に抗原提示を行なうなど獲得免疫では重要な役割を果たす。
- ⑤ 樹状細胞は、病原体によって活性化すると抗原提示をしてT細胞を刺激する。

5) 免疫と医療に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。

25

- ① アレルギーにおいては、異物に対する異常な獲得免疫（適応免疫）反応が起こることが知られている。
- ② ワクチンによる予防接種は、免疫系の二次応答を利用している。
- ③ 別の人の血液を混ぜると凝集が起こるのは、血しょう中の凝集素が赤血球表面の凝集原と抗原抗体反応を起こすからである。
- ④ 病原体を認識して活性化したB細胞により合成された抗体は、長期間体内に残り免疫系の二次応答に貢献する。

## II

(配点 75)

(1) 光合成に関する以下の問い 1) ~ 6) に答えよ。

〔解答番号  ~  〕

現在の進化系統学では生物を3つのグループ(ドメイン)に分けることが一般的な考え方である。1つは植物や動物を含むグループで、 と呼ばれ、細胞中に細胞小器官をもっている。残りの2つのグループの一方は大腸菌などが含まれる  のグループで、もう一方は  と細胞膜や細胞壁の構成成分が異なる  のグループである。これらのグループはすべて呼吸を行うが、 と  のグループのみ光合成をするものが存在する。したがって、代謝システムとしては呼吸が先に出現し、光合成があとから進化したと考えるのが合理的である。

1) 上の文章中の空欄  ~  に入る最も適当なものを、次の①~⑥の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- ① 原生生物      ② 古細菌      ③ 原核生物      ④ 真核生物  
⑤ モネラ      ⑥ 細菌

2) 光合成細菌の行っている代謝に関する記述として誤っているものを、次の①~④の中から1つ選べ。

- ① CO<sub>2</sub>を還元するために水から電子を引き抜いている。  
② 緑色硫黄細菌は硫化水素を酸化してATPを合成している。  
③ このタイプの光合成では酸素は発生しない。  
④ 多くの場合光化学系I、IIのどちらか一方を持つ。

※正解を1つ選ばせる設問であったが、正答が2つあることが判明したため、本学で修正

3) イギリスのヒルは、ハコベの葉のしぼり汁を作り、そこからCO<sub>2</sub>を取り除いたうえでシュウ酸鉄(Ⅲ)を加えて光を当てると酸素が発生することを発見した。この実験に関する記述として最も適当なものを、次の①~④の中から1つ選べ。

- ① 還元されやすい物質が存在することで酸素が発生した。  
② 発生した酸素は水由来ではない。  
③ e<sup>-</sup>が電離した鉄イオンを酸化するのに使われた。  
④ シュウ酸鉄(Ⅲ)は電子供与体になっている。

4) 光合成と呼吸の共通性に関する次の文章中の空欄 **31** ～ **35** に入る最も適当なものを、下の①～⑭の中からそれぞれ1つずつ選べ。

光合成と呼吸では同じようなしくみでATP合成を行っている。

光合成の場である葉緑体と呼吸の場であるミトコンドリアでは、双方とも膜構造が存在し、膜には電子伝達系がある。電子伝達系に電子が流れることにより、葉緑体の場合は **31** 内に **32** が輸送され、ミトコンドリアの場合は膜間腔に **32** が輸送される。どちらも膜の両側で **32** の濃度勾配ができる。これによって **32** が膜にあるATP合成酵素を通過するときにATPが合成される。しかし、ATP合成を行うためのエネルギーはそれぞれ異なり、葉緑体では外部からのエネルギーを使い **33** 反応で、ミトコンドリアでは有機物の分子を **34** して取り出したエネルギーを使い、ATPを合成する。この反応を **35** と呼ぶ。

- |         |           |            |          |
|---------|-----------|------------|----------|
| ① NADPH | ② $e^-$   | ③ 光リン酸化    | ④ マトリックス |
| ⑤ ストロマ  | ⑥ 還元      | ⑦ チラコイド    | ⑧ 酸化     |
| ⑨ 内膜    | ⑩ 酸化的リン酸化 | ⑪ $NADP^+$ | ⑫ $H^+$  |
| ⑬ ADP   | ⑭ $CO_2$  |            |          |

5) 下の図1は特殊な方法で光合成を行うA, B 2つのタイプの植物の光合成反応を示している。多様な中間代謝産物を生じているが図中では省略しており, a~hの物質はA, Bの図各々で同じものを表している。

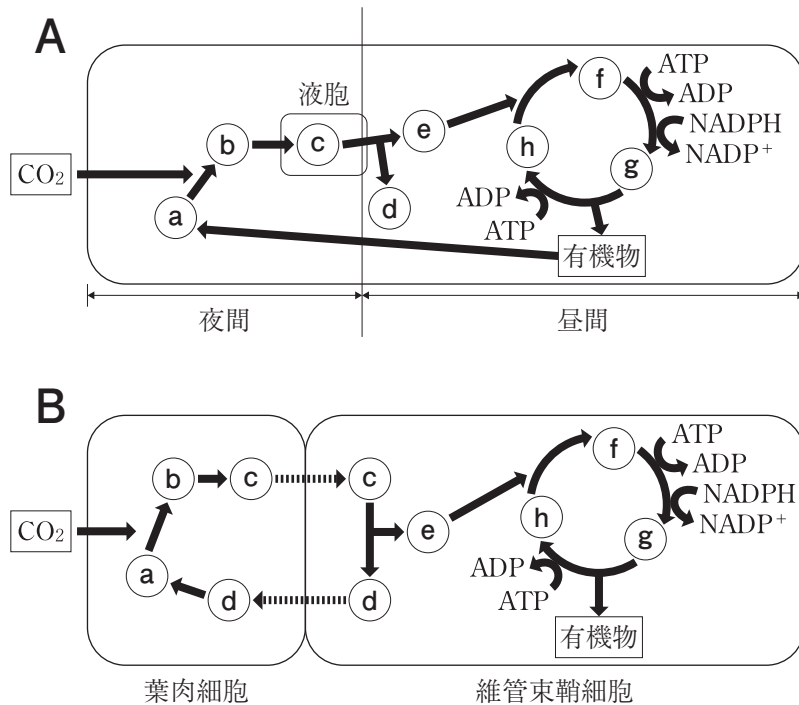


図1 2つの光合成の反応系路

Aは左側が夜間, 右側が昼間を示し, Bは左側が葉肉細胞, 右側が維管束鞘細胞を示している。破線矢印は細胞間の移動を示す。

ア) A, B 各々の代謝経路を持っている植物名の組み合わせを, 次の①~⑥の中からそれぞれ1つずつ選べ。A:  , B:

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| ① ベンケイソウ, サボテン  | ② ベンケイソウ, トウモロコシ |
| ③ パイナップル, サトウキビ | ④ パイナップル, トウモロコシ |
| ⑤ サボテン, サトウキビ   | ⑥ トウモロコシ, サトウキビ  |

イ) f, g, h が関与している一連の化学反応過程のことを何と呼ぶか。次の①~⑥の中から最も適当なものを1つ選べ。

- |          |         |               |
|----------|---------|---------------|
| ① クエン酸回路 | ② 解糖系   | ③ 電子伝達系       |
| ④ 光化学反応  | ⑤ ATP合成 | ⑥ カルビン・ベンソン回路 |



ウ) a, b, f, hの各物質の炭素数の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。なお、各選択肢の数字はa, b, f, hの順に炭素数を示す。

39

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

6) 下の図2はある植物の光の強さとCO<sub>2</sub>吸収速度の関係を示したものである。

なお、原子量はC:12, H:1, O:16とする。

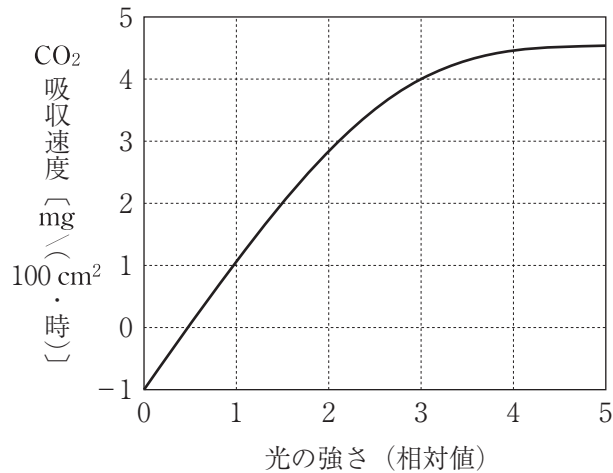


図2 ある植物のCO<sub>2</sub>吸収速度

縦軸は葉面積100cm<sup>2</sup>あたりの1時間のCO<sub>2</sub>吸収量(mg)を示す

ア) 強さ3の光を1時間照射した時に葉面積100cm<sup>2</sup>あたり何mgのグルコースを合成しているか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 40 mg

- ① 2.0      ② 2.8      ③ 3.1      ④ 3.4      ⑤ 3.7      ⑥ 4.0

イ) 強さ3の光を4時間照射した時に、照射前と比べて葉面積100cm<sup>2</sup>あたり何mgのグルコースが増加しているか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。なお、光合成産物(グルコース)はその場を移動しないものとする。 41 mg

- ① 2.0      ② 3.4      ③ 6.8      ④ 8.2      ⑤ 11      ⑥ 15

ウ) 強さ3の光を10時間照射したあと、暗黒下に14時間置いた。この時の葉面積1000 cm<sup>2</sup>あたりのグルコースの変化として最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選べ。なお、光合成産物(グルコース)はその場で利用されるものとする。 42

- ① 18 mg 増加      ② 18 mg 減少      ③ 27 mg 増加      ④ 27 mg 減少  
⑤ 177 mg 増加      ⑥ 177 mg 減少      ⑦ 273 mg 増加      ⑧ 273 mg 減少

(2) 生態系内の物質収支に関する以下の問い1)～2)に答えよ。

〔解答番号 43 ～ 44 〕

1) ある森林の現存量が740 t/haで、1年後にその現存量が780 t/haに増加していた。この1年間の呼吸量が67 t/ha、枯死量が20 t/ha、被食量が12 t/haとした時に、この1年間の純生産量は何 t/haと推定されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 43 t/ha

- ① 40      ② 72      ③ 75      ④ 79      ⑤ 99      ⑥ 139

2) 消費者の同化量は、摂食量から自身の不消化排出量を除いたエネルギー量にあたる。消費者のエネルギー効率はその消費者の栄養段階の同化量を1つ前の栄養段階の総生産量もしくは同化量で割った値である。ここで、ある森林の一次消費者の、ある年における収支は摂食量が50 t/ha、呼吸量が16 t/ha、死滅量が3 t/ha、被食量が6 t/ha、不消化排出量が6 t/haであった。その一次消費者を支えている生産者は成長量が80 t/ha、呼吸量が200 t/ha、枯死量が70 t/ha、被食量が50 t/haであった。この場合、一次消費者のエネルギー効率は何%と推定されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。ただし、一次消費者の物質収支中に老廃物排出量は含めないものとする。 44 %

- ① 5      ② 8      ③ 11      ④ 14      ⑤ 17      ⑥ 20

※問題文中の記述に誤りがあり、正答が導けないことが判明したため、本学で修正

(3) 日本の植生に関する以下の問い1)～5)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

1) 日本の暖温帯における植生遷移では裸地→草原→低木林→陽樹林→混交林→陰樹林の順に変化する。このうち、混交林、陰樹林の2つの段階で見られる植物として最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選べ。ただし、混交林については陽樹と陰樹の組み合わせ(順不同)から選べ。

混交林: , 陰樹林:

- |               |               |              |
|---------------|---------------|--------------|
| ① アカマツ, アラカシ  | ② アカマツ, イタドリ  | ③ アカマツ, ススキ  |
| ④ アカマツ, ヤシヤブシ | ⑤ アラカシ, イタドリ  | ⑥ アラカシ, スダジイ |
| ⑦ アラカシ, チガヤ   | ⑧ クロマツ, ヤシヤブシ |              |

2) 日本の暖温帯の植生遷移各段階における光合成の性質に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 弱光下では遷移後期の植物が最も速く成長する。
- ② アラカシは強光下ではアカマツより光合成速度が低い。
- ③ 遷移初期の植物における光飽和点は遷移中期、後期の植物より高い。
- ④ コナラはススキに比べて光補償点が低い。
- ⑤ 遷移後期の植物は光補償点、光飽和点ともに高い。

3) 植生の遷移が進むとその環境も変化する。日本の暖温帯の植生遷移とその環境に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 遷移が進み陰樹に覆われると、先駆樹種の芽生えも陰樹の芽生えもほとんど成長できなくなる。
- ② 遷移が進むと地表の温度変化は小さくなる。
- ③ 遷移が進むにつれて優占種の高さが高くなる。
- ④ 遷移が進むと土壤中の栄養塩類が増加する。
- ⑤ 遷移が進み森林になると風散布型の種子が多くなる。

※正解を1つ選ばせる設問であったが、正答が2つあることが判明したため、本学で修正

4) 日本の森林植生とその分布に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 49

- ① 夏緑樹林は主にブナ、ミズナラなどが優占し、中部地方内陸部から東北地方、北海道にかけて分布する。
- ② 針葉樹林はエゾマツ、カシ類が優占し、その分布は本州以南ではほぼ山岳部に限定され、北海道でも山岳部が主体である。
- ③ 照葉樹林はタブノキ、スダジイなどが優占し、東北地方北部から屋久島にかけて分布している。
- ④ 亜熱帯多雨林は照葉樹林の構成種にアコウ、ガジュマルなどが混じり、沖縄諸島以西に分布する。
- ⑤ 本州中部の亜高山帯の森林にはブナ、ハイマツなどが分布している。

5) 日本の森林植生では遷移が極相に達した後も、その極相林には陽樹がモザイク状に存在している。これはギャップ更新というはたらきが関与している場合が多い。ギャップ更新に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 50

- ① 大規模なギャップができると、陽樹の種子が急速に発芽成長する。
- ② 大規模なギャップができると、混交林がギャップを埋めるようになる。
- ③ 小規模なギャップでは、陽樹から陰樹への交代が速く、ギャップ修復が短期間に進む。
- ④ 小規模なギャップでは、陰樹の稚樹の成長速度がそれまでより速くなる。
- ⑤ ギャップ更新は、結果として極相林の生物多様性を高める役割を果たしている。
- ⑥ ギャップ更新は、極相林の世代交代のメカニズムとして働いている。