



2022年度

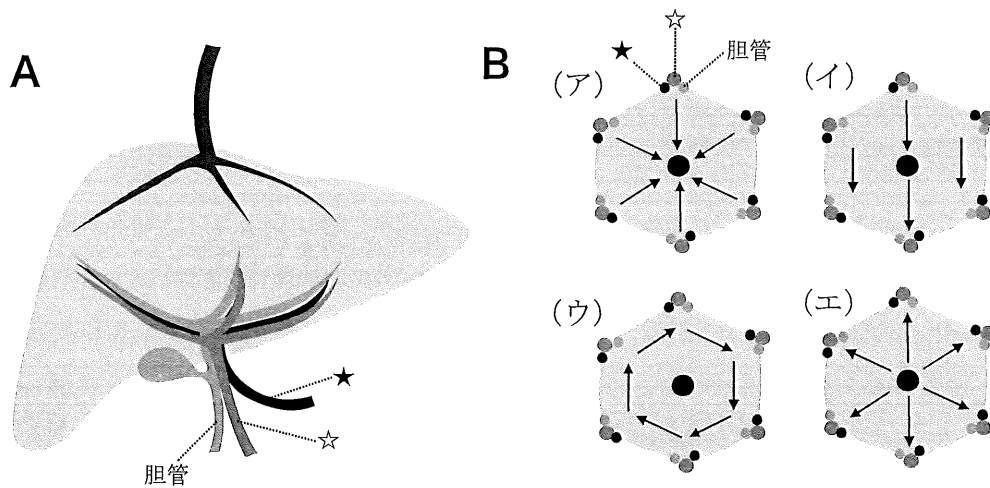
公立千歳科学技術大学 理工学部

一般選抜 前期日程 問題

**生物基礎・生物**

# 生物基礎・生物

1. 肝臓や腎臓に関する以下の問いに答えなさい。



- 問1 図Aは肝臓の模式図である。☆印は消化管からの静脈血が流れる血管である。その名称を答えなさい。
- 問2 図Bは肝臓の機能単位の断面を模式的に示したものである。この機能単位の名称を答えなさい。また、血液および胆汁が流れる方向として正しいのはどれか。(ア)～(エ)からそれぞれ一つずつ選びなさい。
- 問3 図の☆印の血管を流れる血液のはたらきは何か、説明しなさい。
- 問4 図Aに示される胆管から、胆汁が放出されるのは以下の(ア)～(オ)のどこか、一つ選びなさい。
- (ア) 胆のう (イ) 十二指腸 (ウ) すい臓 (エ) ひ臓 (オ) 腎臓
- 問5 肝臓のはたらきに関する以下の(ア)～(オ)の説明文の中で、正しいものを一つ選びなさい。
- (ア) 血液中のグルコース濃度を一定に保つために、その調節に関わるホルモンを分泌する。
- (イ) 赤血球の産生に必要なビリルビンを含む胆汁を生成し、胆のうに送る。
- (ウ) タンパク質やアミノ酸の代謝で生じた有害なアンモニアを尿素に変換する。
- (エ) すい液の分泌を促進するためのセクレチンを合成し、すい臓に送る。
- (オ) 免疫に関わるグロブリンや血液凝固に関わるアルブミンを合成する。

問6 ある被験者の原尿および尿の成分を調べたところ、下表の結果が得られた。この表を見て以下の問いに答えなさい。なお、腎臓の機能の検査のために、イヌリン（ヒトの体内では消化・吸収されない植物由来の物質であり、細尿管や集合管で再吸収も分泌もされない）をあらかじめ被験者に投与している。

成分	血しょう	原尿	尿
タンパク質	8	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
ナトリウムイオン	0.32	0.32	0.34
カリウムイオン	0.02	0.02	0.15
尿素	0.03	0.03	2
尿酸	0.004	0.004	0.054
クレアチニン	0.001	0.001	0.069
イヌリン	0.001	0.001	0.12

単位は重量%

- (1) タンパク質が尿中に含まれない理由について説明しなさい。
- (2) グルコースが尿中に含まれない理由について説明しなさい。
- (3) 被験者の1時間あたりの尿の生成量は60 mLであった。イヌリンの濃縮率を基にして、被験者の1日あたりの原尿量は何Lになるか、小数点以下を四捨五入して答えなさい。ただし、ヒトの代謝は時間によって変化しないと仮定する。

# 生物基礎・生物

2. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

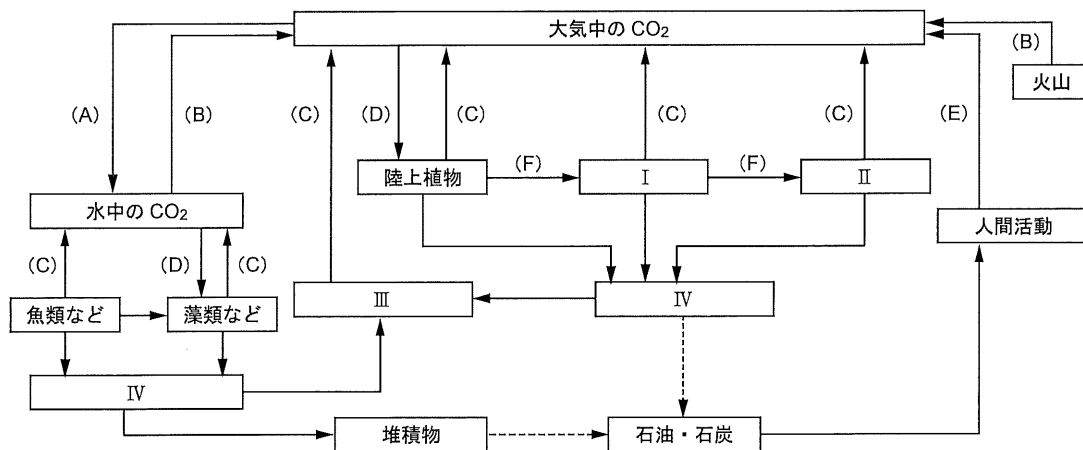
科学技術や経済の発展により、人間の生活は物質的に豊かで便利なものになったが、同時に人間は化石燃料を利用し、多量の①二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) を大気中に排出するようになった。この CO<sub>2</sub> の排出と森林の破壊により、②地球の炭素循環のバランスは乱れ、その結果として世界の平均気温は1880年～2012年の132年間に0.85℃上昇した。そしてこれに伴う気候変動の影響が各地で観測されている。気温上昇による南極やグリーンランドの大陸氷床の融解や水温上昇に伴う海水の膨張などにより海水面は年々上昇している。また、極端な高温や短時間強雨の発生頻度の増加など、極端気象も各地で観測されている。降水量が増加すると、③陸域から川や海に窒素やリンなどが多量に流入することで沿岸海域の栄養度が高まり、有害な藻類が発生する頻度も高まる。さらに、気候変動に伴う気候帯の移動は生物の生息域を急激に変化させ、森林の減少やそれに伴う④生物多様性の減少も懸念されている。

一方、森林には地球上の生物の5割から9割が生息しているといわれており、陸上生態系が植物体として保有する炭素量の約90%は森林生態系の中にある。これは⑤森林の植生が大気から多量の CO<sub>2</sub> を吸収し、光合成を行って有機物として地上に固定するからである。このことから森林の存在は大気中 CO<sub>2</sub> 濃度上昇の緩和に寄与する。

問1 下線部①に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、水蒸気、メタン (CH<sub>4</sub>)、亜酸化窒素 (N<sub>2</sub>O) など、大気圏にあって地表や大気の温度を上昇させる効果のある気体を何というか、答えなさい。
- (2) (1)の気体はどのようなメカニズムで地表や大気の温度を上昇させるか、説明しなさい。

問2 下線部②に関して、生態系での炭素循環を表す下の模式図について以下の問いに答えなさい。



- (1) 図中 I ~ IV に該当する語句として適切なものを a ~ e からそれぞれ一つずつ選びなさい。  
 a. 肉食性動物    b. 細菌・菌類    c. 植食性動物    d. 根粒菌    e. 遺骸・排出物
- (2) 図中の矢印 (A) ~ (F) に該当するものの候補として a ~ g を示す。どこにも当てはまらないものをすべて選びなさい。  
 a. 呼吸    b. 燃焼    c. 脱窒    d. 空中放電    e. 捕食    f. 沈殿    g. 溶解

問3 下線部③に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 水界生態系において水生植物が吸収しきれないほどの栄養塩類が陸域から流入し、その濃度が高まる現象を何というか、答えなさい。
- (2) (1)の現象は人為的な影響のない自然界においても起こりうる。この場合、湖沼や河川などから進行する植生の遷移の中で生じる。この遷移を何というか、答えなさい。

問4 下線部④に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 生物多様性には生態系多様性、種多様性、遺伝的多様性の3つの捉え方がある。これらのうち生態系多様性と種多様性の違いを説明しなさい。
- (2) 生物多様性を損なう要因として人間活動に起因する森林の破壊や砂漠化等の環境変化のほかに外来生物の侵入が挙げられるが、この外来生物の定義を述べなさい。
- (3) 人間活動により生息域が分断化され極端に個体数の減少した種では生存率や繁殖能力が低下し、絶滅の危険性が高まる。この理由をホモ接合という語句を用いて説明しなさい。

問5 下線部⑤に関する以下の文章を読んで問いに答えなさい。

緑色植物の気孔の開閉には孔辺細胞における浸透圧調節が関わっている。青色光受容色素である(ア)が光を受けると、その刺激により孔辺細胞内のカリウムイオンの濃度が上がる。このときカリウムイオンが孔辺細胞の浸透圧を〔<sup>I</sup>高める・減少させる〕。その結果、細胞の膨圧は〔<sup>II</sup>高まり・低下し〕、気孔が〔<sup>III</sup>開く・閉じる〕。一方、水不足になると植物ホルモンである(イ)が増加して孔辺細胞の浸透圧を〔<sup>IV</sup>高める・減少させる〕ため、吸水力が〔<sup>V</sup>増加する・低下する〕。このとき、細胞の膨圧は〔<sup>VI</sup>高まり・低下し〕、気孔が〔<sup>VII</sup>開く・閉じる〕。

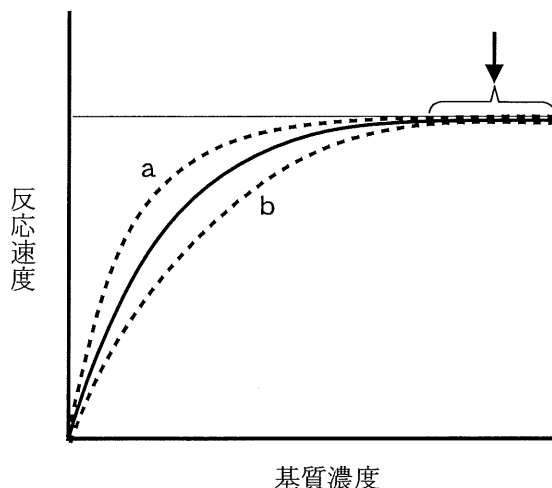
- (1) 文章中〔<sup>I</sup>〕～〔<sup>VII</sup>〕に当てはまる語句として適切なものを選択肢から選びなさい。
- (2) 文章中(ア)、(イ)に当てはまる語句は何か、答えなさい。
- (3) ある浸透圧のスクロース溶液に植物細胞を浸しておくと細胞内浸透圧が8.4気圧、膨圧が2気圧となって平衡状態に達した。このときの吸水力を答えなさい。

## 生物基礎・生物

3. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

一般に、化学反応を促進する物質を触媒という。①生命活動のあらゆる場面でさまざまな化学反応を円滑に進めるのは生体触媒ともいわれる、いわゆる酵素である。酵素は、化学実験で用いられる酸化マンガン(IV)などの無機触媒とは異なり、②タンパク質からなる巨大な分子で、その内部には反応物質(基質)を結合する(Ⅰ)が存在する。基質と酵素の関係は鍵と鍵穴の関係に例えられるように、(Ⅰ)には③その立体構造に適合した構造をもつ特定の基質のみが結合し、反応が進行する。また、酵素には、基質以外の特定の物質を結合する(Ⅱ)をもつものもある。(Ⅱ)は酵素反応の調節に関わっており、反応生成物が(Ⅱ)に結合することで(Ⅰ)の立体構造を変化させ、その結果、基質との結合を抑制する例が知られている。このように酵素反応では、酵素と基質の複合体形成が重要なステップとなっている。

酵素反応の速度は酵素-基質複合体が形成される頻度に依存するため、④一定量の酵素に対して、基質量を変化させた場合、基質濃度の変化に対して反応速度は下図の実線のように変化する。また、一般的な化学反応では、反応速度は温度の上昇とともに増加するのに対し、酵素反応の場合、⑤高温条件下ではタンパク質の立体構造が変化してしまうため、反応速度には最適温度が存在する。



問1 文章中の(Ⅰ)と(Ⅱ)に適切な語句を入れなさい。

問2 下線部①に関して、以下の(ア)～(ウ)に当てはまる具体的な酵素名や酵素の総称を答えなさい。

- (ア) 過酸化水素を水と酸素に分解する酵素
- (イ) だ液に含まれ、デンプンを分解する酵素
- (ウ) ピルビン酸などの基質となる分子から $\text{CO}_2$ を切り離す酵素の総称

- 問3 下線部①に関して、DNA リガーゼ（DNA 断片を連結する酵素）は、生体内ではどのような場面ではたらいているのか、説明しなさい。
- 問4 下線部①に関して、触媒として機能する RNA を含み、細胞内でタンパク質合成の場となる細胞小器官の名称を答えなさい。
- 問5 下線部②に関して、タンパク質である酵素が、その作用をあらわすためにビタミンのような分子量の小さな有機物を必要とする場合がある。そのような物質を何というか、答えなさい。
- 問6 下線部③に示される酵素の性質を何というか、答えなさい。
- 問7 下線部④に関して、図中の矢印が示す領域では、基質濃度を増加させても反応速度は一定である。その理由について説明しなさい。また、同じ条件でこの酵素よりも基質と複合体を形成する能力の高い酵素が存在した場合、a と b のどちらの曲線を描くか、解答欄の適当な方を丸で囲みなさい。
- 問8 下線部⑤に関して、好熱菌由来の酵素が70°Cを超える高温でも変性しないことを利用したバイオテクノロジーは何か、答えなさい。

## 生物基礎・生物

4. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

生物は共通の祖先をもち、長い時間をかけて種が分化し進化した結果、現在では地球上に870万種以上の多種多様な生物が存在すると推計されている。①種分化は遺伝子 (DNA) の塩基配列の一部が数千年に一回という頻度で変化し、この変化が積み重なって生じる。そして②生物の集団の中で多くの個体に変異し、新しい形質が子孫に広がればその生物は進化するのである。一方、獲得形質はDNA を変化させるものではない。

多種多様な生物どうしは③被食-捕食の関係で段階的に繋がっている。緑色植物などの生産者は光エネルギーを利用して無機物から有機物を合成する。そして、④有機物やその中のエネルギーは低次から高次へと各栄養段階を移動していく。

問1 下線部①に関して、右表は互いに異なる生物種 A ~ E におけるあるタンパク質のアミノ酸の違いの数をまとめたものである。

- (1) D 種と E 種は1.2億年前に分岐したと考えられている。B 種と E 種が分岐したのは何年前と考えられるか、億年を単位として答えなさい。ただし、解答は小数点第2位を四捨五入して示しなさい。
- (2) 右表をもとに A ~ E 種の分子系統樹を作成し、それぞれの祖先生物からのアミノ酸置換数を図中に記しなさい。

	B	C	D	E
A	62	60	61	57
B	—	35	33	34
C		—	31	29
D			—	24
E				—

問2 下線部②に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つ個体群  $\alpha$  における対立遺伝子 A と a の遺伝子頻度をそれぞれ  $p$ ,  $q$  ( $p + q = 1$ ) とする。この  $\alpha$  のなかで自由に交配が行われるとき、次世代で A の遺伝子頻度が変化しないことを  $p$  と  $q$  を用いて証明しなさい。
- (2) ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つあるエンドウの集団  $\beta$  において、子葉の色が黄色である個体が全体の84%を占め、緑色である個体が全体の16%を占めている。この  $\beta$  から緑色の個体をすべて除き、残った個体で自由に交配させた際の、次世代の集団の表現型の比率 (黄色:緑色) を求めなさい。ただし、解答までの計算過程を示しなさい。なお、 $\beta$  において黄色の個体の遺伝子型を BB および Bb、また、緑色の個体の遺伝子型を bb とする。

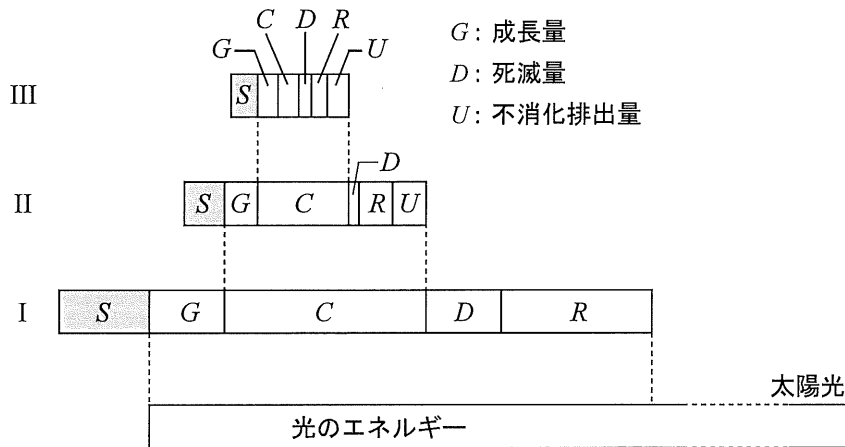


問3 下線部③に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 生物群集における下線部③のような関係を何というか、漢字4文字で答えなさい。
- (2) 重金属や農薬など生物体内で分解されにくい物質が(1)の関係を通して高次の栄養段階の消費者に高濃度で蓄積される現象を何というか、答えなさい。

問4 下線部④に関して、下図はある生態系を構成している生物群を被食-捕食の関係から各栄養段階(I~III)に分け、エネルギーの流れを模式化したものである。また、下表は下図における物質収支の内訳(記号:S, G, C, D, R, U)に対応するエネルギー[J/(cm<sup>2</sup>・年)]を示す。以下の問いに答えなさい。

- (1) S, C, Rはそれぞれ何を表しているか。a ~ fからそれぞれ一つずつ選びなさい。
  - a. 光合成量            b. 呼吸量            c. 捕食量
  - d. 最初の現存量      e. 被食量            f. 純放射量
- (2) 栄養段階Iにおける総生産量と純生産量を求めなさい。
- (3) 栄養段階IIにおける摂食量と同化量を求めなさい。
- (4) 栄養段階IIIにおける同化量と生産量を求めなさい。



栄養段階	S	G	C	D	R	U
III	405	297	297	189	243	324
II	600	500	1350	150	500	500
I	1350	1125	3000	1125	2250	—