

平成23年度入学試験問題（前期日程）

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	6 ページまで
化 学	7 ページから	9 ページまで
生 物	10 ページから	12 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

生 物

1 次の文章を読んで以下の各問に答えなさい。(25点)

日本に分布している生物種Sは、形態の違いから九州以北型と琉球型に区別できる。琉球型の祖先は九州以北型であることがわかっている。九州以北型と琉球型の形態的な違いは、遺伝子 w によって指定される酵素の働きによって決定される。生物種Sの2つの型のそれぞれから遺伝子 w を取り出し、それらのDNAの塩基配列を決定した。以下に、遺伝子 w の最初から21塩基までを示す。なお、塩基はそれぞれアルファベット1文字記号で表記されている。

九州以北型： ATGGAAGGATATTGTAAAAAT

琉球型： ATGGTAGGGTATTGTAAAAAT

一般に、DNAは 種類の塩基から構成される。DNAの塩基配列は され、真核生物ではmRNA(伝令RNA)の前駆体がつくられる。このとき、DNAの塩基の1つであるチミンはRNAでは用いられず、その代わりに が用いられる。その後、mRNAの前駆体からイントロンの部分が切り落とされ、エキソンの部分がつなぎ合わせられる。この過程を という。こうしてつくられたmRNAは、リボソーム上で され、アミノ酸が 結合でつながった高分子化合物がつくられる。このような一連の過程をへて、DNAの塩基配列の情報が表現型に反映される。生物種Sの遺伝子 w について、遺伝暗号表を用いて 組の塩基から構成されるコドンにアミノ酸を対応させると、以下のようなになった。なお、アミノ酸はそれぞれアルファベット1文字記号で表記されている。

九州以北型： MEGYCKN

琉球型： MVGYCKN

問1 文章中の ~ に最も適切な語句または数字を記入しなさい。

問2 九州以北型と琉球型のDNAの塩基配列を比較すると、9番目の塩基が異なっているにもかかわらず、それに対応するアミノ酸は同一である。このようなことが起こる理由として最も適切なものを(ア)~(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) アミノ酸は取り込まれたあとに化学的に変化させられることが多いため。
- (イ) コドン中の最後の塩基はアミノ酸の指定には関係ないことが多いため。
- (ウ) DNAの塩基配列が変化するまえに情報が読み取られることが多いため。
- (エ) 九州以北型のアミノ酸情報が細胞質によってそのまま遺伝されることが多いため。

問3 九州以北型と比べると、琉球型では5番目の塩基が置換されており、それに対応するアミノ酸も置換されている。その結果として、琉球型の遺伝子 w の産物には、表現型に影響するどのような変化が起こっていると考えられるか、50字以内で答えなさい。

問4 琉球型の形態が九州以北型の遺伝子 w の突然変異によるという事実から、琉球型の進化について推測されることに関して、最も不適切なものを(ア)~(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 琉球列島の環境においては、突然変異の遺伝子産物が個体の生存に有利に働いた。
- (イ) 琉球列島へ飛来した九州以北型の祖先集団が偶然に突然変異を持つ個体を含んでいた。
- (ウ) 琉球列島は比較的小さな島々であるため、遺伝的浮動による中立的な進化が起こった。
- (エ) 琉球列島は生物多様性が高いため、突然変異が起こる確率が増大した。

2 次の文章を読んで以下の各問に答えなさい。(25点)

沖縄のサンゴ礁海域は、暖流である黒潮の影響を受けて、温暖で貧栄養であり、かつ、透明度も高い。ここでいう“栄養”とは、生産者である などの増殖に必要な栄養塩類のことであり、水中に溶けている窒素(アンモニウムイオンや硝酸イオン)、リン(リン酸イオン)、鉄(鉄イオン)などのことをいう。

生物は外界から窒素を含む物質を取り入れ、それによって体内で や核酸などの有機物を合成する。これを という。動物は有機物を食べることでしか窒素を得られないのに対し、植物はアンモニウムイオンなどの無機窒素化合物から有機窒素化合物をつくることことができる。

サンゴ礁の海は、無機窒素化合物が少ないにもかかわらず、多くの生物が生育し、一次生産の大きい地域となっている。その主要な理由は、サンゴ礁を構成するサンゴの体内に褐虫藻^{かっちゅうそう}という藻類がいることによる。褐虫藻は光合成を行い、生産した有機物をサンゴに供給する代わりに、サンゴから二酸化炭素やアンモニウムイオンを受け取り、両者とも利益を得ている。⁽¹⁾このような生物どうしの関係を共生という。

海水をうっかり飲み込んでしまったときに、あまりの塩辛さに驚いた経験のある人も多いかもしれない。ヒトの血液は約0.9%の塩分で、ほぼ一定に保たれている。大量に海水を飲んでしまったときに、余剰な塩の排出などの体液の浸透圧調節を担っているのは腎臓である。一時的に塩を取りすぎた結果、血液の浸透圧が高まると、これが間脳を刺激し、さらに間脳からの指令で、 からの の分泌が促進される。 は、血液によって運ばれて腎臓に達し、細尿管での水の再吸収が促進される。⁽²⁾

また、サンゴ礁の海には大気から溶け込んだ窒素をアンモニアに変えるニトロゲナーゼという酵素をもつラン藻類がいる。このような大気中の窒素をアンモニアに変えるはたらきを窒素固定という。ところで、ラン藻類は、光合成も行うことができる。ここで大きな問題がある。窒素固定の酵素であるニトロゲナーゼは酸素があると不可逆的に失活する。そのために、光合成を行い、かつ、窒素固定を行うラン藻類は特別なしくみをもっている。⁽³⁾

問1 文章中の ～ に入る最も適切な語句の組合せを(ア)～(カ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|----------------|---------|--------|
| (ア) a：陸上植物 | b：脂肪酸 | c：脱窒 |
| (イ) a：植物プランクトン | b：タンパク質 | c：脱窒 |
| (ウ) a：植物プランクトン | b：タンパク質 | c：窒素同化 |
| (エ) a：陸上植物 | b：タンパク質 | c：窒素同化 |
| (オ) a：植物プランクトン | b：脂肪酸 | c：窒素同化 |
| (カ) a：陸上植物 | b：脂肪酸 | c：脱窒 |

問2 文章中の と に最も適切な語句を記入しなさい。

問3 文章中の下線部(1)には、共生の例として、サンゴと褐虫藻があげられている。次にあげる生物の共生例のうち、サンゴと褐虫藻の利害関係の例と異なると考えられるものを(ア)～(オ)の中から2つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) アブラムシとアリ
- (イ) 根粒菌とマメ科植物
- (ウ) クマノミとイソギンチャク
- (エ) カクレウオとナマコ
- (オ) シロアリと腸内微生物

問 4 文章中の下線部(2)には、ヒトの腎臓の役割の一部が書かれている。下の図を参考に図中の(A)と(B)の部位の名称を答えなさい。

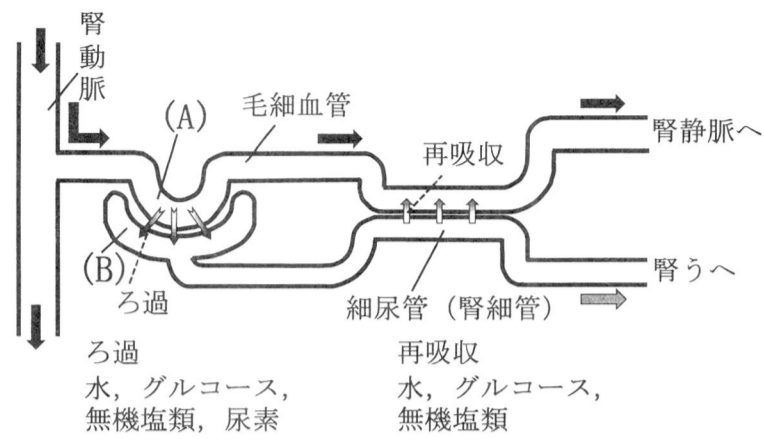


図 I ヒトの腎臓の役割を示した模式図

問 5 文章中の下線部(3)について、その「特別なしくみ」のひとつを持つラン藻類にネンジュモの仲間がある(図II)。ネンジュモは、多数の細胞が一行につながって、全体で糸状体と呼ばれる体制をとっており、細胞壁が厚く酸素を容易に通さない特別な細胞(異質細胞)を形成し、ニトロゲナーゼを酸素から守っている。この異質細胞は窒素固定を、その他の細胞は光合成をそれぞれ行うように細胞が分業している。ラン藻類が地球上に現れたのは約 27 億年前である。化石の証拠によればネンジュモの仲間は、それから数億年たった後に出現したことが明らかになっている。その理由はどのように考えられるか。以下の 7 つのキーワードをすべて用いて 150 字以内で説明しなさい。

キーワード：光合成、ラン藻類、窒素固定、酸素、ニトロゲナーゼ、地球環境、進化



図 II 異質細胞を持つネンジュモの模式図