

# 生 物

(生物基礎・生物)

(注意事項)

- 解答開始の指示があるまで問題冊子を開いてはいけません。
- 問題冊子と解答用紙は別になっています。
- 解答用紙の各ページの所定欄に受験番号、氏名を記入しなさい。
- 計算等が必要な場合は問題冊子の余白を利用しなさい。
- 試験終了後は問題冊子を持ち帰りなさい。

## 生物

**第1問** 真核細胞の構造について説明した（ア）～（ク）の記述を読み、設問に答えなさい。

- （ア）生体膜に囲まれた袋状の構造が層状に重なった形をしている。合成されたタンパク質を受け取り、タンパク質の修飾、選別、分泌に関わる。
- （イ）（ア）から生じる細胞小器官で、消化酵素を含み、細胞内消化に関わる。
- （ウ）凸レンズ型をしており、内部にはチラコイドと呼ばれる扁平な構造がある。光合成に関わる。
- （エ）二重の生体膜に包まれた構造をしており、この膜には多数の孔がある。内部にはDNAをもち、DNAの複製と、転写によるRNAの合成が行われている。
- （オ）膜構造をもたず、タンパク質とRNAから構成される。タンパク質合成の場として機能している。
- （カ）二つの円筒形の構造体と放射状に伸びた微小管から構成される。細胞分裂時に二つに分かれて細胞の両極に移動し、紡錘糸の形成に関係する。
- （キ）粒状または糸状の形をしており、外膜、内膜の二重の膜がある。エネルギー代謝の中心的役割を果たし、細胞呼吸の場として機能している。
- （ク）（エ）の膜と繋がった袋状の細胞小器官で、表面に（オ）が付着したものと付着していないものがある。（オ）が付着したものはタンパク質合成の中心的な役割を果たし、（オ）が付着していないものは脂質の合成などを行う。

問1 （ア）～（ク）に該当する細胞の構造体の名称を答えなさい。

問2 （ア）～（ク）のうち、植物細胞のみがもつものを全て選びなさい（解答は記号で答えなさい）。

問3 （ア）～（ク）のうち、原核生物ももつものを全て選びなさい（解答は記号で答えなさい）。

問4 （カ）を黒く染める染色液の名称を答えなさい。

## 生物

問5 ヒトの正常な細胞のうち、(工)をもたない細胞を以下の①～⑤より選び記号で答えなさい。また、その細胞が(工)をもたない理由を150字以内で説明しなさい。

①心筋細胞

②神経細胞

③肝細胞

④赤血球

⑤白血球

問6 (ア)～(ク)のうち、細胞内共生に由来すると考えられている細胞の構造体を全て選び、記号で答えなさい。またこれが、細胞内共生に由来すると考えられている理由を100字以内で説明しなさい。

問7 減数分裂による、生殖細胞の形成過程における細胞1個当たりのDNA量の変化を解答用紙のグラフに示しなさい(ただし、母細胞に最初に含まれるDNA量は2としなさい)。

## 生物

### 第2問 以下の会話文を読み、設問に答えなさい。

ミサキ：このあいだテレビで熱帯地域の焼畑の風習について特集されていたよ。定期的に森を焼いて畑を作る古くからの農法のようにだけど、今なら化学肥料があるから森を焼く必要はないよね。そういえば、森はどれくらいの炭素や窒素などの養分をもっているのかな。

カナタ：文献を調べたら、表1のデータを見つけたよ。森を焼くことで全ての養分が土壌に入るわけではないみたいだけど、畑で何年か作物を栽培したら、また元のような森になるまで放置するみたいだよ。

表1 タイ東北部の雨緑樹林における現存量

|       | 部位   | 炭素 (kg/m <sup>2</sup> ) | 窒素 (g/m <sup>2</sup> ) | リン (g/m <sup>2</sup> ) | カリウム (g/m <sup>2</sup> ) |
|-------|------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| 高木層   | 葉    | 0.17                    | 6.4                    | 0.5                    | 3.2                      |
|       | 枝    | 1.82                    | 23.8                   | 3.0                    | 12.7                     |
|       | 幹    | 6.14                    | 41.8                   | 6.2                    | 19.7                     |
|       | つる植物 | 0.44                    | 6.4                    | 0.5                    | 3.2                      |
| 低木層   | 全地上部 | 0.23                    | 2.6                    | 0.4                    | 1.8                      |
| 地上部合計 |      | 8.79                    | 81.0                   | 10.5                   | 40.7                     |

久馬編「熱帯土壌学」より一部改変

問1 一般に、雨緑樹林の炭素現存量は、熱帯多雨林の炭素現存量よりも少ないことが知られている。その理由を、「階層構造」という語を用いて50字以内で説明しなさい。

問2 表1から読み取れることがらに関する以下の会話文を読んで、この会話文中で示されている下線部の役割とは何か、50字以内で説明しなさい。

ミサキ：どうやら、高木層の葉には炭素量に比べて多くの窒素やリンなどの養分が集まっているみたいだね。もしかしたら、全部燃やしてその場を畑にせず、毎年落葉だけを広い地域から集めて、それを肥料にして畑に入れたほうが、効率的なんじゃない？

## 生物

カナタ：昔の肥料である草木灰も同じような発想だったのかな。でも考えようによっては、私たち人間が、菌類や細菌のような役割を担っているともいえそうだね。

問3 表1の雨緑樹林において、ある1年間に林床に落ちてきた葉や枝の炭素量は、 $0.37\text{kg/m}^2$ であったとする。この量と、その年1年間の純生産量との差には何が含まれると考えられるか。以下の選択肢①～⑦のうち、当てはまるものを全て選び、番号で答えなさい。ただし、選択肢①～⑥は全てその年1年間の値であるとし、⑦はその年の年初の値とする。

- ①葉の成長量    ②葉の被食量    ③葉の呼吸量    ④根の成長量
- ⑤根の枯死量    ⑥根の呼吸量    ⑦一次消費者の現存量

問4 森を焼くことにより、表1の雨緑樹林の地上部に含まれる窒素が、すべて土壌に入ったと仮定すると、その窒素の一部はその後、作物の地上部に移動し、それを収穫することで土壌から失われることになる。さらにその後、元の雨緑樹林に戻るまで放置している間に、地上部および地中の窒素量が元の量に回復するためには、作物の収穫によって失われた土壌中の窒素量が自然に補われる必要がある。どのような生態系内の働きによって補われると考えられるか。以下の選択肢①～④のうち、最も適切と考えられるものを1つ選び、番号で答えなさい。

- ① 根粒菌による窒素固定
- ② 硝化菌による硝化
- ③ 脱窒素細菌による脱窒
- ④ 土壌中の動物による窒素同化

## 生物

### 第3問 以下の文章を読み、設問に答えなさい。

ある一定地域で生活する同種の生物の集まりを個体群という。(a) 個体群を構成する個体の分布様式は生物の種によって異なり、規則的な分布を示すものや、不規則な分布を示すものなどさまざまである。個体群を構成する個体の数を直接測定することは現実的でないことが多い。そのため、(b) 区画法や、(c) 標識再捕法を用いて個体数を推定する。

個体群における単位面積や単位体積当たりの個体数を個体群密度という。個体群は、その生物種に適した (d) 資源が十分にあるとき、個体群密度の低い状態から個体数が急速に増加する。しかし、(e) 個体群密度が高くなると、個体群の(①)速度が低下するとともに、(②)率が高くなる。その結果、個体数は(③)付近で安定する。このような個体群の時間経過にともなった個体数の変化を示したグラフを (f) 個体群の成長曲線という。

個体群密度は、個体群の成長を変化させるだけでなく、個体の形態や行動様式に影響を及ぼすことがある。ワタリバツタのなかまは、個体群密度によって(④)が起こり、(g) 個体群密度が低い状態では孤独相、個体群密度が高い状態では群生相になる。

植物では、個体のサイズは個体群密度に大きく影響を受ける。ダイズの種子を異なる密度でまくと、発芽後、時間経過にともない、(h) 個体群密度が(⑤)いほど個体のサイズが大きくなる。しかし、(i) 単位面積当たりの総乾燥重量は、播種密度の違いに関係なく、最終的にはほぼ一定になる。これを(⑥)の法則という。

植物は固着性のため、個体どうしの位置関係が個体群の成長に大きく影響する。自然林では、個体群の成長にともない、小さな個体が間引かれ、残った個体が成長し、適正な密度が維持される。しかし、日本では現在、(j) スギの苗木を高密度に植えて造林した植林地で、一様に成長が悪く、幹の細い個体からなる、密度の高い林がよく見られる。

問1 文中の(①)～(⑥)に適する語句を答えなさい。

問 2 下線部 (a) に関して、以下に答えなさい。

- (1) 地中に巣を作るアリの分布様式を答えなさい。また、その分布様式になる理由を 30 字以内で説明しなさい。
- (2) タンポポの分布様式を答えなさい。また、その分布様式になる理由を 30 字以内で説明しなさい。

問 3 下線部 (b) に関して以下に答えなさい。

ある砂丘で植物の種 A と種 B の個体数を調べるため、区画法を用いて両種の個体数を推定することにした。この砂丘の広さは 1.2 ha (1 ha = 100 × 100 m) で、その中に 10 × 10 m の区画を無作為に 10 か所設置した。各区画における種 A の個体数はそれぞれ、5、1、0、0、2、155、0、0、45、0、種 B の個体数はそれぞれ、7、10、5、3、18、5、7、2、0、15 であった。

- (1) この砂丘における種 A と種 B それぞれの個体数の推定値を答えなさい。
- (2) 調査結果から、この砂丘で、区画法を用いて種 A の個体数を比較することは適切ではなかったと考えられた。その理由を 50 字以内で答えなさい。

問 4 下線部 (c) に関して以下に答えなさい。

ある砂丘に生息する昆虫について、標識再捕法で個体数を推定するため、45 個体を捕獲し、マークをつけてから放した。3 日後にその昆虫を 60 個体捕獲した。

- (1) 調査結果から、この昆虫の個体数は 540 個体と推定された。3 日後の調査で捕獲した 60 個体のうち、マークがついていた個体は何個体であったか答えなさい。
- (2) 標識再捕法で個体数を推定するためには、いくつかの条件がある。それぞれ 20 字以内で、三つあげなさい。

問 5 下線部 (d) に関して、資源にはどのような例が考えられるか。二つあげなさい。

問 6 下線部 (e) のような現象が起きているとき、個体どうしの関係はどのような状況にあるか、30 字以内で答えなさい。

## 生物

問 7 下線部 (f) の成長曲線は、一般的にどのような形を示すか。

問 8 下線部 (g) に関して、ワタリバツタの群生相の個体では、翅の長さ、後肢の長さ、体脂肪の含有率、個体の集合性は、孤独相の個体と比べ、どのように異なるか。また、それらの違いにはどのような適応的な意義があるか、120 字以内で説明しなさい。

問 9 下線部 (h) のようになる理由を 30 字以内で説明しなさい。

問 10 下線部 (i) のようになる理由を 120 字以内で説明しなさい。

問 11 下線部 (j) に関して、日本の植林地において、このような成長の悪い林が見られる理由を 80 字以内で説明しなさい。



**第4問** 以下の文章を読み、設問に答えなさい。

オーストラリアやタヒチ島などを含む太平洋の多くの島にすむコオロギの一種（以下では仮に、パシフィックコオロギと呼ぶ）は、推定で150年ほど前に外来種として、ハワイ諸島にもち込まれ、近年では町中の草地で見ることができた。パシフィックコオロギの繁殖は、雄が鳴き（求愛鳴き）、雌が、その音を聞いて雄に近づき、交尾が行われて進行していった。

ある研究者によると、ハワイ諸島のカウアイ島には、コオロギ類の鳴き声を認知し、音源であるコオロギの体に下り立ち、体表に卵を産みつける寄生バエが生息していた。コオロギの体表に産みつけられた卵はやがて孵化して幼虫になり、体表に穴をあけてもぐり込み、体内の肉を食べながら成長した後、1週間程すると宿主であるコオロギの体からはい出し、幼虫がはい出した宿主（コオロギ）はそのまま死亡した。

パシフィックコオロギは、この寄生バエに特に見つかりやすいと推察されている。また、研究者は、「1990年代の末から、カウアイ島からパシフィックコオロギが激減ははじめ、その姿を見つけることがどんどん難しくなっていた」と述べている。

ところが研究者が、2003年にカウアイ島を訪れて調査をするとパシフィックコオロギが島中に生息していることがわかった。そして、それらのパシフィックコオロギの雄は、繁殖期に鳴くことはなく、草地を雄が移動中にであった雌と交尾していることが明らかになった。研究者が“鳴かない”パシフィックコオロギの雄の体を調べてわかったことは、翅の構造の一部のみが“鳴く”パシフィックコオロギの雄の体と異なっているということだった。さらに、翅の構造の一部のみの変化は、染色体の構造的な変化によってではなく、ただ一つの遺伝子の塩基レベルの変化によって生じている可能性が高いこともわかった。研究者は、“鳴かない”雄は、“鳴く”雄が求愛鳴きを行うときの翅の動きと同じ翅の動きを行うことも確認し、「“鳴かない”雄は、鳴かないのではなく、鳴けないのだ」と述べている。

問1 コオロギは、生物の分類上、何と呼ばれる「門」に入れられるか。

## 生物

問2 パシフィックコオロギの雄の求愛鳴きは、学習されたものではないことがわかっているが、その点を考慮して、そのような行動は、生物学的に、何と呼ばれるか。語尾が「行動」となる適切な語を答えなさい。

問3 文中に出てくる寄生バエは、コオロギ類の鳴き声に反応して、その音源に近寄っていくが、このような鳴き声は、寄生バエの側から見たとき、生物学的に、何と呼ばれるか。語尾が「刺激」となる適切な語を答えなさい。

問4 文中の下線部の記述に関して、この場合の翅の一部の構造の変化が原因になっている遺伝的な変化は、生物学的に、何と呼ばれるか。語尾が「変異」となる適切な語を答えなさい。

またそれは、遺伝子にどのようなことが起こっていると考えられるか。「塩基」という語を用いて、100字以内で説明しなさい。

問5 文中の内容から、翅の構造の一部に起こった変化はどのような変化だと推察されるか。60字以内で答えなさい。

問6 本文に記されているような理由で、“鳴く”パシフィックコオロギの雄から“鳴かない”パシフィックコオロギの雄へと、新しい形質のコオロギが置き換わっていく生物学的現象を示す語句として、最も適切だと思われるものを下の語句の中から一つ選び答えなさい。

自然選択、系統樹、遺伝子プール、中立説、遺伝的浮動、種の起源、分子時計、大進化、分子進化、地理的隔離、相似