

平成29年度 編入学生選抜学力検査問題

(生 物)

(検査時間 60分)

(検査時間 生物ともう1つの選択科目をあわせ、2科目で120分)

(注 意)

1. 問題用紙は試験監督員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題用紙は1ページから8ページです。
 - ・検査開始の合図のあとで確かめること。
3. 解答用紙は全部で6枚です。
4. 解答用紙の所定欄に受験番号を記入すること。
 - ・解答用紙が複数の場合、2枚目以降にも受験番号を記入のこと。
5. 解答は、解答用紙の所定の箇所に記入すること。

独立行政法人国立高等専門学校機構

鈴鹿工業高等専門学校

I. 真核細胞に属する動物細胞と植物細胞を電子顕微鏡で観察したところ、①両者に共通した細胞小器官と②植物細胞のみに存在した細胞小器官があることが分かった。

1) 下線部①に関し、次に示す細胞小器官の機能について、与えられた語句を必ず用いて説明せよ。

・ミトコンドリア [語句：呼吸，マトリックス，内膜，クエン酸回路，電子伝達系，ATP]

2) 下線部②に関し、次に示す細胞小器官の機能について、与えられた語句を必ず用いて説明せよ。

・葉緑体 [語句：光合成，チラコイド，ストロマ，光化学系，カルビン・ベンソン回路，ATP，二酸化炭素，糖]

3) 次に示す文章を読み、空欄①～⑤に当てはまる適切な語句を入れて文章を完成せよ。

「細胞膜では、様々な物質輸送が行われている。細胞膜の主成分はタンパク質と①であるため、油に溶解しやすい物質は細胞膜を速やかに透過できる。それ以外の物質は、タンパク質で構成された様々な種類の孔を通して移動する。イオンを通す孔は②という。②で行われる濃度勾配に従った物質輸送は③と呼ばれる。一方、物質を濃度の低いところから高いところへと輸送するしくみは④と呼ばれる。なお、②は、ニューロンや感覚器で多く発現しており、⑤の発生に重要な役割を担っている。」

II. アミノ酸やタンパク質に関する以下の問いに答えよ。

1) 側鎖に硫黄を含むアミノ酸のうち、ヒトの成人の必須アミノ酸として知られるのは何か。名称を答えよ。

2) S-S結合を形成するアミノ酸の名称を答えよ。

3) アラニン (Ala) の構造式を解答欄に記入せよ。

4) 次に示す文章を読み、空欄①-③に適切な語句を入れて文章を完成せよ。

「骨格筋は (①) が束になったもので、中に多数の細長い筋原繊維を含み、両端が腱で骨とつながっている。筋原繊維は、(②) フィラメントと (③) フィラメントから成る。筋収縮では、まず ATP が (②) 頭部に結合して (③) フィラメントから離れる。続いて、ATP の加水分解エネルギーにより (②) 頭部の角度が変わり、(③) フィラメントと結合する。ADP とリン酸が (②) から放出されると同時に (②) 頭部が曲がり、(③) フィラメントが収縮する。」

5) 次に示す文章を読み、空欄①-③に適切な語句を入れて文章を完成せよ。

「酵素は触媒としてはたらき、(①) を低下させることで反応速度を高めている。酵素が化学反応を進めるときには、まず酵素が (②) と呼ばれる部分で基質と結合して、酵素-基質複合体を形成する。酵素が特定の物質のみにはたらきかける性質は (③) と呼ばれている。」

III. グルコース代謝に関する以下の問いに答えよ。

- 1) 解糖系は、細胞のどこで行われるか。
- 2) 解糖系でグルコース 1 分子が分解される時、得られる①ピルビン酸、②NADH および③ATP はそれぞれ何分子か。ただし、③については消費される ATP の数を考慮すること。
- 3) ある種の微生物では、酸素を使わないグルコース代謝が行われる。このうち、乳酸菌が行うグルコース代謝について、「NADH, NAD⁺, 乳酸発酵」を用いて説明せよ。
- 4) 1 分子のピルビン酸がクエン酸回路で代謝される時、生成される①NADH、②FADH₂および③ATP はそれぞれ何分子か。
- 5) 次の文章の空欄①-④に適切な語句を入れて文章を完成せよ。
「電子伝達系では、NADH や FADH₂ が (①) されて、電子と (②) の移動が起こる。これによってミトコンドリア内部で生じた (②) の濃度勾配を利用し、(③) の作用によって ADP とリン酸から ATP が合成される。一方、移動した電子は (④) の還元に使われて水を生じる。」
- 6) 光合成によって、二酸化炭素からグルコースが合成される時の全体の反応式を記載せよ。

IV. 遺伝情報に関する以下の問いに答えよ。

- 1) セントラルドグマにおける遺伝情報の流れを説明せよ。なお、図を用いて説明してもよい。
- 2) 生物は、DNA 配列によって遺伝情報を保存している。①DNA のヌクレオチドを構成している塩基 4 種類について、DNA が二重らせんを形成する時に結合する組み合わせを全て答えよ。また、② DNA の合成に使用される酵素は何か。
- 3) 次に示す文章を読み、空欄①-③に適切な語句を入れて文章を完成せよ。
「真核生物の遺伝子では、実際にアミノ酸配列の情報を持つ DNA 部分である (①) と、その情報を持たない DNA 部分である (②) が存在する場合が多い。(①) と (②) から成る遺伝子から合成された mRNA は、(③) と呼ばれる過程で (②) が切り出され、(①) のみで構成された mRNA となる。」
- 4) 遺伝暗号表において、①タンパク質合成の開始コドンと②終止コドンを答えよ。ただし、②は 1 種類でよい。
- 5) 原核細胞の遺伝子発現調節について述べた以下の説明文を読み、空欄①-③に適切な語句を入れて文章を完成させよ。
「大腸菌は、培地にグルコースが含まれている限り、ラクトースを加えてもそれを利用することはない。しかし、ラクトースしか含まない培地に移すと、数分以内にラクトースを利用できるようになる。これは、大腸菌が (①) によってラクトースを分解できるようになるからである。また、(①) の発現は、培地にラクトースが含まれない時にも抑制されており、必要な時のみ発現する。これは、(②) が DNA の特定の塩基配列である (③) に結合することによって、その支配下の遺伝子発現が抑制されるためである。」

V. カエルの発生では、受精と同時に①将来の背側が形成される部位が決定される。受精卵は、受精後に細胞分裂を繰り返す、内部に空所を持つ図1のような状態となる。②この時期までは、大きな細胞の移動は生じない。この後、更に細胞の数が増えるとともに、大規模な細胞の移動が生じる。その結果、外胚葉、中胚葉、内胚葉が形成され、更に発生が進むとオタマジャクシの体が作られる。

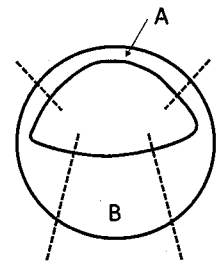


図1

1) 下線部1に関し、どのように背側が決定されるか。「精子進入点、表層回転(卵表面の回転)、灰色三日月」の語句を用いて説明せよ。

2) 下線部の時期を何と呼ぶか記せ。

3) 図1のAとBのうち、予定外胚葉領域はどちらか記せ。

4) 外胚葉と内胚葉は、それぞれ問1)の時期の予定外胚葉、予定内胚葉領域から自律的に形成される。それに対し、中胚葉は、内胚葉からの誘導が必要である。どのような実験によりこのことは確かめられたか記せ。

5) シュペーマンとマンゴールドはイモリの移植実験によって形成体(オーガナイザー)を発見した。シュペーマンとマンゴールドは、「何を」「どこに」移植し、その結果、どのような胚が形成されたか説明せよ。

6) 中胚葉、及び内胚葉から形成される器官の名前をそれぞれ1つ例示せよ。

VI. 植生と遷移について、以下の問いに答えよ。

1) 植生は、その土地の温度と降水量に依存して大きく変化する。図2はその関係をまとめたものである。熱帯・亜熱帯多雨林、照葉樹林、針葉樹林はそれぞれ a-f のどの位置に相当するか記せ。

2) 森林には、階層構造が存在する。低木層の植物は高木層の植物と比べてどのような特徴を持つか。樹高以外の点について記せ。

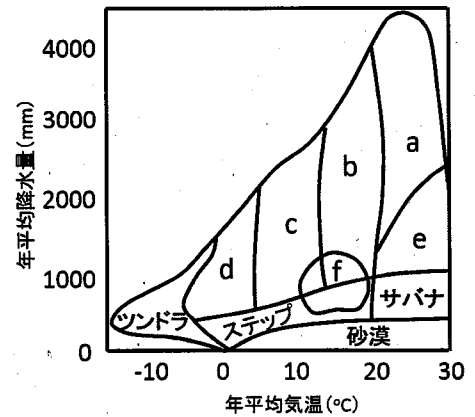


図2

3) 以下は、日本の温暖帯における代表的な森林の一次遷移について記した文章である。裸地にまず①先駆植物が侵入し、次に草本が侵入して草原となり、更に低木が侵入して低木林となる。高木が育つほど土壌が発達するとまず陽樹が侵入する。その後、次第に陰樹の幼木が育って陽樹と陰樹の混交林となり、②最終的には陰樹の林となる。ここで③構成種の大きな変化はなくなり、この状態を(④)と呼ぶ。

i) ①の先駆植物が持つ特徴を記せ。

ii) ②に関し、ひとたび陰樹林が成立すると再び陽樹林に戻らない理由を説明せよ。(3点)

iii) 図3は、光合成速度と光の強さの関係を示した図である。陽樹はaとbのうちどちらか。

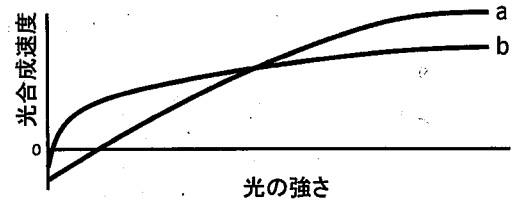


図3

vi) 本州中部でも標高 2500 m 以上の高地では陰樹林が形成されない。このような土地ではどのような植生が形成されるか記せ。

v) ③に関し、陰樹林では、原則的に構成種の大きな変化は起こらないが、時間の経過に従い、森林の所々で陽樹がモザイク状に存在することがある。どのようにこの状態が作られるか説明せよ。

vi) ④に相当する語句を記せ。

4) 二次遷移とは何か説明し、二次遷移が一次遷移よりも早く進行する理由を記せ。

VII. 生物の多様性について、以下の問に答えよ。

1) 生物の多様性には、遺伝的多様性、種多様性、生態系多様性の3段階（階層）が存在する。このうち、遺伝的多様性とは何かを説明せよ。

2) 物理的な力が働き、既存の自然状態や生態系が破壊されることを攪乱と呼ぶ。サンゴ礁などでは中規模かく乱説が提唱されており、適度な（中規模な）かく乱が生じる場合に、共存できる種の数が増える（種多様性が高くなる）。この理由を説明せよ。

VIII. 以下は生物進化について記した文章である。これを読んで以下の問いに答えよ。

生物は、共通祖先に突然変異が蓄積することで進化してきた。そのため、近縁な種は類似した体の構造を持つ。例えば脊椎動物では、魚類は胸ヒレを、鳥類は翼を、哺乳類は前肢を持つ。これらは骨格の配列に共通点が多く、①共通祖先の持つ同じ器官から進化したと考えられる。

ある個体群の持つ全ての遺伝子座の対立遺伝子をあわせたものを遺伝子プールと呼ぶ。突然変異によりこの遺伝子プールに新しい対立遺伝子が生じたり、②自然選択によってこの遺伝子プールにおける対立遺伝子の頻度が変化したりすることで、生物進化が生じると考えられる。19世紀後半のイギリス工場地帯では、蛾の1種であるオオシモフリエダシヤクにおいて、突然変異で生じた③黒っぽい体色のものが増加した。これは、対立遺伝子の頻度が環境によって変化しうることを示した代表的な例である。この観察から、生存に有利な遺伝子の割合は増加し、これが生物進化の一つの原動力であると考えられる。

一方、木村資生は「分子進化の中立説」を唱え、生物にとって④有利でも不利でもない突然変異が進化の過程で蓄積されてきたと主張した。現在では、この中立な突然変異も進化の要因だと考えられている。

- 1) ①のような、共通の祖先に由来する起源が同じ器官のことを何と呼ぶか記せ。
- 2) ②に関し、個体群のサイズが大きい場合と小さい場合を比較した時、生じた突然変異はどちらがその個体群に定着しやすいと考えられるか。
- 3) ③に関し、黒っぽいオオシモフリエダシヤクが増加した原因を説明せよ。
- 4) ④の中立な突然変異が最も蓄積しにくいと考えられるのは、以下のうちどの DNA 領域か選択せよ。
a) イントロン、b) エキソン、c) スペーサーDNA (遺伝子と遺伝子の間の領域)