

平成20年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)
(地球学類)※地理歴史を選択する者は, 理科1科目と合わせて
120分

理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類, 工学システム学類)
情報学群 (情報科学類)
(知識情報・図書館学類)※1科目選択で60分

医学群 (医学類, 医療科学類)
(看護学類)※1科目選択で60分

目 次

| | | | |
|---|---|-------|----|
| 物 | 理 | | 1 |
| 化 | 学 | | 7 |
| 生 | 物 | | 13 |
| 地 | 学 | | 21 |

注 意

- 1 問題冊子は1ページから24ページまでである。
- 2 受験者は下表の志望する学類の出題科目を解答すること。

| 学 類 | 出 題 科 目 | | | | 備 考 |
|---------------------|---------|----|----|----|--|
| | 物理 | 化学 | 生物 | 地学 | |
| 生 物 学 類 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 生 物 資 源 学 類 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 地 球 学 類 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答 又は地理歴史を選択する者は○ 印の中から1科目選択 |
| 数 学 類 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 物 理 学 類 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 化 学 類 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 応 用 理 工 学 類 | ◎ | ○ | ○ | ○ | ◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答 |
| 工 学 シ ス テ ム 学 類 | ◎ | ○ | ○ | ○ | ◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答 |
| 情 報 科 学 類 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 知 識 情 報 ・ 図 書 館 学 類 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から1科目を選択解答 |
| 医 学 類 | ○ | ○ | ○ | | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 看 護 学 類 | ○ | ○ | ○ | | ○印の中から1科目を選択解答 |
| 医 療 科 学 類 | ○ | ○ | ○ | | ○印の中から2科目を選択解答 |

生 物

I 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

一般に生物は、二酸化炭素を有機物に同化する作用を持つ 栄養生物と、 栄養生物が生産した有機物を分解する過程でエネルギーを獲得する 栄養生物に分けられる。今日我々人類が盛んに利用している化石燃料は、かつて地球上に生育した生物の遺体が長い年月の間に化学変化した結果生じたもの^(a)と考えられ、それらを消費することは太古に固定された二酸化炭素を現在の大気中に放出することになる。一方、いわゆるバイオ燃料は現在の地球上で生育する 栄養生物が生産した有機物を燃料に用いるもので、国ごとの二酸化炭素などの温室効果ガスの削減目標を国際的に定めた 書では、バイオ燃料の燃焼は大気中の二酸化炭素の増加に寄与しないという扱いがなされている。バイオ燃料のうちバイオエタノールは、酵母などの微生物の嫌気呼吸の結果生じたエタノールを燃料とするもので、最近特にその需要が高まっている。嫌気呼吸においてグルコース1分子から産生されるATPは合計 分子であるが、好気呼吸^(b)の過程ではグルコース1分子から 分子のATPを獲得することができる^(c)。

問 1 ~ に入れるのに最も適切な語句または数を記せ。

問 2 下線部(a)に関して、産業革命による経済発展を支え、現在もなお盛んに利用されている化石燃料は、地質時代のある時期に陸上に繁茂した本生シダに由来するものが多い。この時期のことを地質時代で何と呼ぶか記せ。また、以下に記す進化史上の出来事について、その時期以前に起こったことと、それ以降に起こったこととに分け、それぞれ記号で記せ。

ア. 大型のは虫類が栄え、陸上で生活するものだけでなく、水中を泳ぐものや空中を飛ぶものなど様々な形に適応放散した。

イ. 三葉虫などの固い殻やとげを持つ生物が多く栄え、生育環境中での食物連鎖が複雑になった。

ウ. ラン藻や藻類の光合成により大気中の酸素濃度が上昇し、オゾン層が形成された。

エ. 植物が繁栄し、受粉や種子の散布に動物との関わりが多くみられるようになった。

オ. 最初の脊椎動物である魚類が誕生した。初期の魚類はあごを持たないものであった。

問 3 下線部(b), (c)に関して、グルコースを呼吸基質として嫌気呼吸によりエタノールを生じる過程と、好気呼吸によりグルコースを分解する過程の反応式を記せ。

問 4 グルコースを唯一の炭素源として、ある出芽酵母を一定時間培養した。この培養条件でこの酵母は、好気呼吸と嫌気呼吸の両方を行うことがわかっている。この時消費されたグルコースは 810 mg であり、産出されたエタノールは 368 mg であった。培養時間内に放出された二酸化炭素は何 mg であったか、また消費された酸素は何 mg であったか記せ。(原子量は C = 12, H = 1, O = 16 とする)

問 5 問 4 の酵母を用いてより効率よくエタノール生産を行うには、培養条件をどのように改善することが望ましいと思うか、20 字以内で記せ。

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

〔文章1〕

日照時間を調節できる栽培装置を用いて、1日の日長条件を図1の処理区①～⑥のように設定し、植物の花芽の形成の有無を調べた。植物Aは処理区①では花芽をつけたが、処理区②では花芽をつけなかった。反対に植物Bは処理区②では花芽をつけたが、処理区①では花芽をつけなかった。このように、花芽の形成が日長条件に影響される植物がある。植物Aのような植物を 植物、植物Bのような植物を 植物と呼ぶ。また、花芽の形成が日長条件の影響を受けない 植物もある。

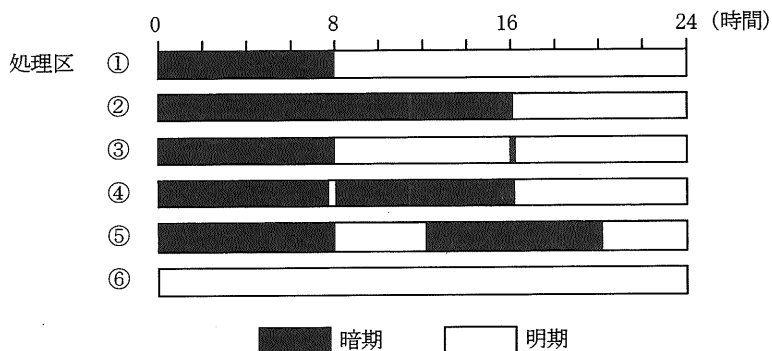


図1

問1 空欄 ～ に当てはまる語を記せ。

問2 植物Aと植物Bの花芽形成のための限界暗期の長さとして、最も適切なものを以下のア～オから1つずつ選び、記号で記せ。

- ア. 8時間より短い
- イ. 8時間
- ウ. 8時間より長く、16時間より短い
- エ. 16時間
- オ. 16時間より長い

問3 処理区③～⑥について、植物Aまたは植物Bが、花芽をつけると予想される処理区には○を、花芽をつけないと予想される処理区には×を、解答欄に記せ。

〔文章 2〕

植物 C の、自然の日長条件で花芽が観察されるまでに要する期間を調べる実験を行った。この植物は、限界暗期よりわずかでも長い夜が 1 度でもあれば、その後約 1 ヶ月で花芽が観察される。実験には、限界暗期の長さが異なる、植物 C の 5 つの系統を用いた。それぞれの系統の限界暗期の長さを表 1 に示す。実験は自然の日長条件で、室温を一定に保ったガラス温室で行った。植物は鉢植えとし、連続光照明の培養室で発芽後 2 週間育てた後、実験の開始日の朝に温室へ移した。表 2 は、実験を行った場所における、6 月から 10 月までの毎月 1 日の夜^{ついでち}の長さを示す。

表 1

| | 系統 1 | 系統 2 | 系統 3 | 系統 4 | 系統 5 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 限界暗期の長さ (時間) | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.6 |

表 2

| | 6 月 1 日 | 7 月 1 日 | 8 月 1 日 | 9 月 1 日 | 10 月 1 日 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 夜の長さ (時間) | 9.1 | 9.0 | 9.5 | 10.6 | 11.7 |

問 4 6 月から 10 月までの毎月 1 日に、系統 4 の鉢植えを温室に移し、花芽が観察されるまでに要した期間を調べた。予想される実験結果を棒グラフで示せ。ただし、月毎^{ごと}の日数の違いは考慮しなくて良い。

問 5 7 月 1 日に、系統 1～系統 5 の 5 系統の鉢植えを温室に移し、花芽が観察されるまでに要した期間を比較した。予想される実験結果を棒グラフで示せ。ただし、月毎の日数の違いは考慮しなくて良い。

Ⅲ 以下の問に答えよ。

問 1 陸上生態系の炭素循環に関する次の文章を読み、以下の(1)～(3)の設問に答えよ。

生産者は、光合成により大気から二酸化炭素を吸収して有機物を生産し、生態系内に炭素を固定する役割を果たしている。光合成によってつくられた有機物の量を という。また、生産者はこの有機物の一部を呼吸によって消費し、二酸化炭素として再び大気へ戻している。残った有機物は生産者のからだに蓄えられる。生産者のからだは消費者によって食われたり、枯死して脱落したりする。消費者の摂食行為によって、生産者が奪われる有機物量のことを被食量^(a)という。生産者や消費者の遺体および排出物は土壌中の分解者によって分解作用を受け、再び二酸化炭素として大気中に戻される。残ったものが土壌有機物として蓄えられる。また、消費者や分解者も呼吸をしており、この量と生産者の呼吸量をあわせたものが生態系全体の呼吸量である。

(1) 空欄 に当てはまる語を以下のア～エから選び、記号で記せ。

ア. 総生産量 イ. 純生産量 ウ. 生長量 エ. 同化量

(2) 次の式は生態系として固定される炭素量を計算する式である。空欄 に当てはまる語を以下のア～キから選び、記号で記せ。ただし、純生産量と呼吸量は炭素の量で表すものとする。

生態系の炭素固定量 = 純生産量 - の呼吸量

ア. 生産者 イ. 消費者 ウ. 分解者
エ. 生態系全体 オ. 生産者と消費者 カ. 消費者と分解者
キ. 生産者と分解者

(3) 下線部(a)に見られる動物と植物との相互関係を何というか、その名称を記せ。

問 2 オギは水辺近くに生育するイネ科の大型多年生草本植物である。表 1 は生育期間中におけるオギの地上部(主に葉と茎)の現存量、地下部(根と根茎)の現存量、枯死量の変化を示したものである。表 1 の結果に関して、以下の(1)と(2)の設問に答えよ。ただし、重量は乾物重で示してある。

表 1

| | 地上部現存量 g/m ² | 地下部現存量 g/m ² | 枯死量 g/m ² /月 |
|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 4月1日 | 0 | 1.52 | 0 |
| 5月1日 | 0.06 | 1.48 | 0.03 |
| 6月1日 | 0.28 | 1.31 | 0.21 |
| 7月1日 | 0.69 | 1.12 | 0.26 |
| 8月1日 | 0.98 | 1.22 | 0.12 |
| 9月1日 | 1.07 | 1.46 | 0.09 |
| 10月1日 | 1.11 | 1.62 | |

- (1) 生育期間中に地上部現存量は増加し続けたが、地下部現存量は4月1日から7月1日まで減少し、その後は増加した。多年生草本植物であるオギは秋に地上部を枯らすので、翌年の生産活動を行うためには新たな地上部をつくる必要がある。4月1日～7月1日まで地下部現存量が減少する理由について70字以内で記せ。ただし、この間の地下部枯死量は無視できるものとする。
- (2) 7月、8月、9月におけるオギの純生産量を計算し、最大の純生産量を示す月とその数値を単位とともに記せ。ただし、この期間中は被食量は無視できるものとする。

IV 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

新種の発見は、発見された生物に に由来する命名規則に従った学名が与えられ、ある分類体系に組み込まれてはじめて科学的に認められる。こうして科学が認識してきた生物は175万種といわれ、その10倍とも100倍とも推定される実に多様な生物が未記載のまま地球上に生息している。この生物の多様性は、数十億年にわたる進化の結果である。進化というのは祖先と子孫とが必ずしも同じ性質を持つとは限らないこと、カエルの子はカエルだがカエルの祖先はカエルとは限らないということである。親の性質が子に伝わる基本メカニズムは の発見した遺伝の法則によって説明されるが、同じ法則は個体群についても成り立つ。特に、一定の条件を満たす場合は個体群の遺伝子頻度が世代によらないこと、つまり、^(a)ある個体群の個体が互いに似通っているだけでなく、その性質が個体群全体としても保存的に伝わることを示されている。裏を返せば、進化が起こるにはそうした条件のうち少なくとも一つが成り立たないことが必要である。条件が成り立たない場合の一つとして、 が進化のメカニズムとした自然選択について考えてみよう。ある個体群の対立遺伝子A, aを考える。この個体群の*i*番目の世代におけるA, aの遺伝子頻度をそれぞれ p_i, q_i とし、遺伝子型AA, Aa, aaをもつ第*i*世代個体のうち s_{AA}, s_{Aa}, s_{aa} の割合しか次世代(第*i*+1世代)を残せない様な選択が働いているとする。優性ホモについて考えると、第*i*+1世代目への寄与は $s_{AA}p_i^2$ であり、ヘテロ及び劣性ホモについてはそれぞれ , となる。これらの寄与の総和を $r_i = s_{AA}p_i^2 +$ + と置くと、それぞれの寄与を r_i で割れば第*i*+1世代での遺伝子型頻度が求まる。従って第*i*+1世代でのaの遺伝子頻度 q_{i+1} は $\frac{q_i}{r_i}$ ()であり、この一世代でのaの遺伝子頻度変化は $q_{i+1} - q_i = \frac{p_i q_i}{r_i} \{ p_i ($ $) - q_i ($ $) \}$ である。^(b) p_i と q_i の和は常に1で世代によらないので、符号を反転すれば対立遺伝子の遺伝子頻度変化が求まる。劣性ホモのみが致死的で他には選択が働かない環境の場合、 $s_{AA} = s_{Aa} = 1, s_{aa} = 0$ であるから、aの遺伝子頻度変化は $-\frac{q_i^2}{(1+q_i)}$ である。一方、優性遺伝子が致死的な環境下では、 $s_{AA} = s_{Aa} = 0, s_{aa} = 1$ より第一世代の段階でAの遺伝子頻度変化は $-p_i$ となり、個体群は一世

代で劣性遺伝子のみをもつ様になる。いずれの場合も選択により一方の遺伝子頻度が減少してゆく。興味深いのは、ヒトのヘモグロビン遺伝子の突然変異によるかま状赤血球貧血症の頻度^(c)がマラリア原虫分布域では他とは異なることに見られる様に、優性^(d)、劣性いずれのホモもヘテロに比べ不利になる場合で、 $p_i(\text{7}) - q_i(\text{8}) = 0$ を満たす s_{AA} , s_{Aa} , s_{aa} の組み合わせでは遺伝子頻度の変化しない平衡状態が存在し得ることである。

問 1 文中 ~ にあてはまる人名を記せ。また、それぞれが生物学への最も重要な貢献を行なった年代を年代順に並べて 1 ~ 3 の番号で記せ。

問 2 下線部(a)について、この法則名を記すとともに、満たすべき条件を三つ挙げよ。ただし、文中に述べられている選択および突然変異に関連するものは除く。

問 3 下線部(b)に注意して文中 ~ にあてはまる記号または項を可能な限り単純な形に整理して記せ。項とはたとえば $p - q$ といったものである。

問 4 下線部(c)について、かま状赤血球貧血症の原因となるヘモグロビンの遺伝子異常をホモにもつ個体の生殖可能年齢までの生存率は 20 % であることが知られている。一方、マラリア原虫の分布するある地域の集団では劣性遺伝子の頻度が 10 % で世代を超えて安定していた。このときの優性ホモ個体の生殖可能年齢までの生存率を求めよ。ただし、ヘテロ個体には選択がはたらかないものとする。結果はパーセント表示とし、小数点第一位を四捨五入すること。

問 5 一つの生物種は階級の異なるさまざまな分類群に属する。たとえばヒトはほ乳綱に属すると同時に、脊索動物門にも属する。以下の生物のうち一つだけが下線部(d)と同じ分類群に属する様な分類群を考え、その生物を記号で答えよ。

ア. コケムシ イ. ワムシ ウ. ゾウリムシ エ. ナミウズムシ