

問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	生 物	8

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と選択した選択問題の番号、志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔4〕、〔5〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔4〕、〔5〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その4)の所定の枠内に記入すること。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後、全ての解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は、願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

〔1〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

真核生物が生存に必要な最低限の染色体の数は n で表される。生物の生存に必要な最低限の遺伝情報は であるため、真核生物において n に含まれる遺伝情報をすべて合わせたものが となる。有性生殖をおこなう生物では核相が $2n$ の世代と n の世代があり、 $2n$ から n への変化には 分裂がかかわっている。 分裂により生じた核相 n の生殖細胞を とよぶ。 同士が接合することで再び核相が $2n$ の個体が生じる。一般に、動物の には大型で運動性がない と小型で運動性がある があり、両者が接合することを とよぶ。ヒトの口腔内から細胞を採取し染色体を観察すると、ひとつの細胞内に46本の染色体があり、同じ大きさで同じ形の染色体が2本ずつみられた。これは 染色体とよばれる。

問1 文章の空欄 ～ の中に最も適切な語句を記入せよ。

問2 下線部①の有性生殖以外の生殖方法として無性生殖がある。無性生殖の方法にはいくつか種類がある。無性生殖をおこなう生物をひとつ示し、それについてどのように無性生殖をおこなうかを50文字以内で記述せよ。

問3 核相が $2n$ の状態で染色体を10本もつ、有性生殖をおこなう2倍体の生物がいたとする。核相が $2n$ の個体から n の生殖細胞が生じる時に可能な染色体の組み合わせは何通りとなるか答えよ。

問4 2倍体で有性生殖をおこなうヒト、イヌワラビ、スギゴケの生活環を核相の観点から比較した場合、イヌワラビの「前葉体」とスギゴケの「さく」はそれぞれヒトのどの世代に対応しているといえるか。そう判断した理由を含めて160文字以内で説明せよ。

〔2〕 次の文章を読んで、以下の問い(問1～7)に答えよ。

生物は数万個の遺伝子を保有するのに対し、染色体数は少ない。したがって、一つの染色体には多数の遺伝子が存在しており、これらの遺伝子間ではメンデルの遺伝の法則の一つである は成り立たない。

ある植物では、赤花[R]は白花[r]に対し、長い花粉[L]は丸い花粉[l]に対してそれぞれ優性である。赤花・長花粉系統(遺伝子型 $RRLL$)と白花・丸花粉系統(遺伝子型 $rrll$)とを交配し F_1 を得た。この F_1 を自家受粉させると、 F_2 の表現型 ① に関し を仮定した分離比は得られなかった。このことから、 R と L および r と l が同一染色体上にあり、 していると考えられた。 F_2 の分離比から、これらの遺伝子は しているものの、② 対合した染色体間で一部が交換され、③ 組換えが生じたと考えられた。そこで、 F_1 の配偶子の種類とその比を調査するために、④ 白花・丸花粉系統を用いて し、⑤ 組換え価を求めたところ 11.2% であった。

問1 文中の ～ に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部①に関して、 F_1 の表現型および遺伝子型を答えよ。

問3 下線部②に関して、 F_2 での分離が に従う場合の表現型とその分離比を答えよ。

問4 下線部③に関して、そのような現象を何というか答えよ。

問5 下線部④に関して、組換えが起きた場合の F_1 の配偶子の割合、 $RL : rl$ および $Rl : rL$ を答えよ。

問6 下線部⑤に関して、 F_1 がつくる配偶子の遺伝子型とその分離比を最も簡単な整数比で答えよ。分離比を求める計算式も記述すること。

問7 この F_1 を自家受粉させた時に得られる F_2 の表現型とその比の理論値を答えよ。

〔3〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

植物の生育に光は重要な役割をもつ。

植物は、光エネルギーを利用して、光合成により生命活動に必要な有機物を作り出している。光合成は、おもに葉の細胞の中の葉緑体において、二酸化炭素と水から有機物を合成し、aを放出する反応である。光合成では、葉緑体内部のbで、光化学系反応によりATPやNADP・H₂などが作られ、葉緑体内部のcで、d回路によりこれらと二酸化炭素からブドウ糖などの有機物が作られる。光合成に必要な二酸化炭素は、おもに葉の気孔から取り込まれる。

植物には、光を利用して花芽を形成する時期を制御しているものがある。日長がある特定の時間よりも長くなると花芽が形成される長日植物、短くなると花芽が形成される短日植物がある。このように日長の影響を受けて反応する性質をeという。植物は葉で日長を感知してある物質をつくり、これが茎の先端部に運ばれて花芽を誘導する。このように花芽形成を促す物質をfと呼ぶ。一方、日長とは関係なく花芽を形成する植物をg植物という。

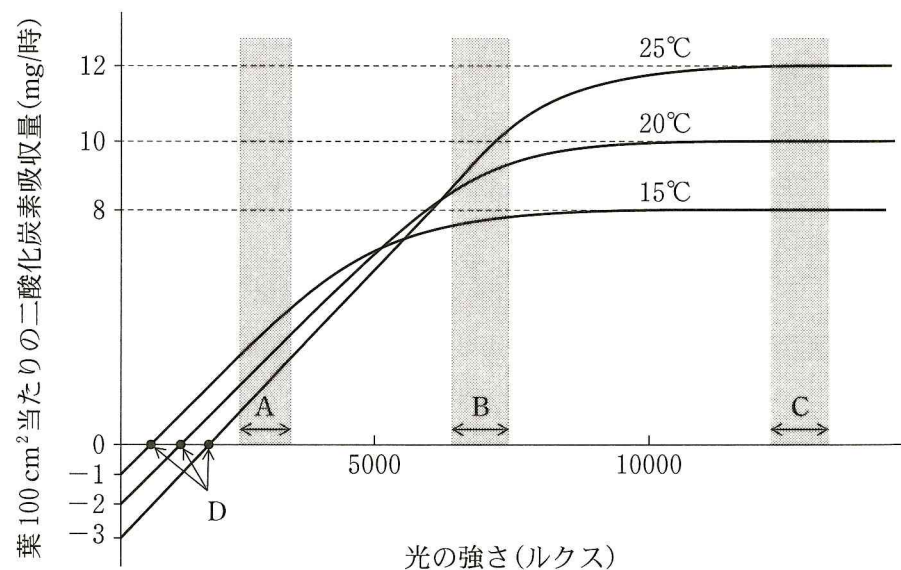


図1 各温度における光の強さと葉の二酸化炭素吸収速度の関係

問 1 文章の ~ に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部①の光合成に関して、ある植物で 15, 20, 25℃ における葉の二酸化炭素吸収速度と光の強さの関係を調べたところ、図 1 のようになった。この図に関する次の問いに答えよ。なお、光の強さが 0 ルクス～A の範囲では、グラフの各温度の線は平行であった。

(1) 光の強さが A, B, C の範囲にある時のそれぞれの光合成速度の限定要因を次から選び、記号で答えよ。

ア. 温度 イ. 光 ウ. 温度と光 エ. なし

(2) 25℃ で光飽和点における葉 1 枚(葉面積 200 cm²) の 1 時間の光合成量を二酸化炭素量で示せ。

(3) 図 1 の D 点の光の強さを何というか。また、D 点の光の強さは、温度が高いほど大きくなっているが、これはなぜだと考えられるか。この図から判断して簡潔に述べよ。

問 3 下線部②の気孔に関する次の問いに答えよ。

(1) 気孔が開くしくみについて、次の語句を用いて 70 字以内で述べよ。

語句：細胞壁, 膨圧

(2) 植物体が水不足になると、気孔は閉じる。この現象に関わる植物ホルモン一つを述べよ。

問 4 下線部③に関する次の問いに答えよ。

(1) 日長の短い時期に、夜中に 1 時間ほど植物体に光を当ててやると、長日植物では花芽が形成され、短日植物では花芽が形成されなかった。このことからどのようなことがいえるか。簡潔に述べよ。

(2) 次の文章について、正しいものには○、間違っているものには×をつけよ。

(ア) 高緯度の寒冷地では長日植物が多い。

(イ) ある植物を発芽後、日長が 13 時間の人工気象室に置いておくと花が咲いたので、これは長日植物であると判断できる。

(ウ) 秋に咲くキクを、開花を遅らせて冬に咲かせるには、秋まで短日処理を行って花芽形成を遅らせるとよい。

〔選択問題〕

〔4〕 生物群間の形質の類似性について以下の問い(問1～2)に答えよ。

問1 次の文章を読んで、 ～ にあてはまる最も適当な用語を記入せよ。

分類群(種や科、目など)が異なる生物の間で、外形は異なるが基本的な構造のよく似た器官が観察される。たとえば脊椎動物の前足はカエルやクジラのひれ足、鳥の翼、ヒトの腕など外見上大きく異なる形をとっているが、それを支える骨の基本構造はよく似ている。このような器官を 器官という。またサメ、イルカ、魚竜の流線型の体型は共通した機能(水中を高速で泳ぐ)を持っているが、その起源と構造は異なる。このような器官を 器官という。また 器官のなかにはヒトの尾骨のように類人猿との共通祖先の段階では機能していたが現在では機能を失っていると考えられるものが含まれる。そのような器官を 器官と呼ぶ。

チャールズ・ダーウィンが名著『』を出版し進化論を公表する以前の時代においても、生物学者たちは と の違いを認識していた。彼らは に関してはその形質が担っている機能が共通であるために、異なる種類の生物がよく似た形をしていると考えたが、「共通した機能」を想定できない、場合によっては何のために存在しているのかわけのわからない形質にみられる分類群間の類似性を と呼んで、それに対する有効な説明を見いだせなかった。しかしダーウィンにとっては生物間にみられる 性や 器官は、まさに生物がその共通祖先から進化してきた証拠を示すものであった。ダーウィンは述べている。
「物をつかむためのヒトの手、土を掘るためのモグラの手、ウマの足、イルカのひれ足、そしてコウモリの翼…これら全てが同じパターンで構成され、同じ相対的な位置に似たような骨が存在している。これ以上に興味深いことがあるだろうか。」ダーウィンはこれらの器官について初めて科学的な説明を与えたといえる。

異なる分類群(たとえばオーストラリアの有袋類とその他の大陸の真獣類)に属する生物の間に、よく似た外見や同じ機能を持つ 器官が進化する現象を と呼ぶ。また真獣類が分布していなかったオーストラリア大陸に到達した有袋類の祖先はライバルのいない環境で様々な生活場所^②や食物を利用することで多様性を増大させた。同様の現象はガラパゴス諸島のダーウィンフィンチ類にも観察される。このような現象を と呼ぶ。

(1) 下線部①について、それぞれ機能が異なる 性を示す形質や機能を持たない 器官がなぜ共通祖先からの進化を示す証拠となるのか、共通の機能を持つために類似するようになった 性を示す形質と対比しながら 200 字以内で説明せよ。

(2) 以下の類似した形質の組み合わせを によるものと によるものに分けよ。

1. 翼竜の翼の骨格とコウモリの翼の骨格
2. 翼竜の翼の飛膜とコウモリの翼の飛膜
3. カマキリの捕獲脚とシャコの捕獲脚
4. チョウの翅とカブトムシの翅
5. ヒトの DNA 遺伝暗号表と大腸菌の DNA 遺伝暗号表
6. サツマイモのいもとジャガイモのいも

(3) 器官が異なる分類群で独立に生じるように働いた進化のしくみを何と呼ぶか。

(4) 文中に述べたもの以外に 器官の例を 2 つ挙げよ。

(5) 下線部②について、特定の種が特異的に利用する生息場所や食物のことを何と呼ぶか。

問 2 種間の類似性には、捕食者・被食者相互作用(食う・食われるの関係)に関連して進化してきたものがある。被食者が捕食者から身を守る方法のひとつである擬態について例を挙げて 100 字以内で説明せよ。

〔選択問題〕

〔5〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

生物の生活は、個体ごとに共通する生活場所、食物、生殖など種々の関係が見られる。一定地域内の同種個体を1つのまとまりとして個体群とよぶ。その一定地域内には、異種の個体も存在し、互いに関係をもちながら生活している。これら生物は、それを取り巻く大気・水・土壌・光などとも密接な関係をもっている。このように個体は一定地域内では種内・種間そして環境などさまざまな関係^①をもちながら生活している。

ある地域内(面積5 km²)に存在する種Aに関して調査を実施した。個体数を把握するためにまず50個体確保し、それぞれに標識をつけ解放した。3日後に100個体を確保したところ20個体に標識を認めた。

さらに同一地域内に存在する種Bおよび種Cに関して、成長に伴う個体数減少の調査を行なった。その結果の一部を表1に示す。

表1. 種Bおよび種Cに関する生命表

齢	種B生存個体数	種B死亡数	種C生存個体数	種C死亡数
0	1000	(a)	1000	(d)
1	200	(b)	50	(e)
2	40	(c)	10	(f)
3	8	8	4	4

問1 個体の分布のしかたを3つあげよ。

問2 下線部①に関してそれぞれの関係がわかるように模式図を描きなさい。なお地域内の個体群は3種とする。

問3 種Aに関する調査結果から、この地域での種Aの個体群密度を計算せよ。

問4 表1の(a)～(f)に適切な数値を入れ、生命表を完成させよ。

問5 齢2の種Bおよび種Cの死亡率をそれぞれ計算せよ。

問6 生存曲線の3つの型について、出生個体数を1000個体とした対数表記の模式的グラフを作成し、100字以内で説明せよ。また種Bおよび種Cがそれぞれの型に当てはまるか答えよ。