

平成 21 年 度

## 問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	生 物	16

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、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、いっさい応じないが、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1～3)に答えよ。

生物には1つの細胞からなる単細胞生物と多数の細胞からなる多細胞生物があるが、多細胞生物のからだは、体細胞分裂により細胞が増殖するとともに、増殖した細胞が特定の機能や特性をもつ細胞に変化していくことで形成されている。この特定の機能や特性をもつ細胞が集まって形成されているのが組織である。ヒトのからだの組織は、からだの表面や消化器などの内表面を覆う [ a ] 組織、情報の伝達に適した機能や形態をもつ [ b ] 組織、手足や内臓などを動かす [ c ] 組織、および結合組織の4つに大別できる。一方、種子植物<sup>①</sup>では、組織を表皮系、 [ d ] 系および [ e ] 系の3つの組織系にまとめることができる。

生物の生殖は、無性生殖と有性生殖に分けることができる。無性生殖には、分裂、出芽のほかに植物の葉・茎・根などから新個体を生じる [ f ] などがある。有性生殖では、生殖のための特別な2個の細胞が合体して1個の細胞を生じ、その細胞から新個体ができる。このときの合体する2個の細胞を [ g ] , 合体することを [ h ] といい、 [ g ] が卵と精細胞の場合、その [ h ] を受精という。種子植物のうち被子植物では、おしべのやくの中で、花粉母細胞が減数分裂をして [ i ] となる。 [ i ] から花粉が1つずつ分かれる時期と花粉が成熟する時期は、植物によって異なる。成熟した花粉では、1つの大きな細胞中に1つの小さな細胞が取り込まれたような形になっており、大きな細胞の核は [ j ] と呼ばれる。一方、小さな細胞は [ k ] と呼ばれ、最終的には2つの精細胞に分裂する。

問 1  ～  にあてはまる適切な語句を入れよ。

問 2 下線部①の種子植物の葉の表皮を高濃度のスクロース水溶液に浸すとその細胞が原形質分離を起こすことがある。

- (1) この原形質分離とはどのような現象か，80 字以内で説明せよ。
- (2) 原形質分離は植物細胞で観察される現象で，動物細胞では観察されない。それはなぜか，20 字以内で説明せよ。
- (3) 高濃度のスクロース水溶液から表皮を蒸留水に移すと原形質分離を起こしていた細胞はどうなるか，30 字以内で具体的に説明せよ。

問 3 下線部②に関して，イチゴなどでは無性生殖と有性生殖のどちらでも子孫を増やすことが可能である。このうち，無性生殖で生じた個体の集団に通常認められる遺伝的形質に関する特徴を 40 字以内で説明せよ。

〔2〕 次の文章Aを読み、問1に答え、文章Bを読み、問い(問2～5)に答えよ。

A ある動物の眼の色には、黒色と赤色の二つの対立形質があり、黒色の対立遺伝子Bが優性であり、赤色の対立遺伝子bが劣性である。また、この動物の眼の形には長円形と円形の二つの対立形質があり、前者の対立遺伝子Eが優性で、後者の対立遺伝子eは劣性である。これら着目する二組の対立遺伝子は、それぞれ異なる常染色体上にあり、それらの遺伝子の間には相互作用はなく、致死遺伝子とはならないことが知られている。この動物について、次のような観察結果を得た。

<観察> この動物の黒色長円形の眼をもつ1個体と、赤色円形の眼をもつ1個体を親として交配させ、十分多くの第一代の個体を得た。さらに、この第一代の各個体を赤色円形の眼をもつ個体と交配させ、第二代を得た。この第二代の眼の形質について観察したところ、個体数は次のようになった。[黒色長円形]=29個体、[黒色円形]=92個体、[赤色長円形]=31個体、[赤色円形]=89個体。

この観察結果にもとづいて、親の2個体の遺伝子型を推定するために、次のように考察を進める。

この観察では、着目する2組の対立形質について、aの法則が成り立つので、眼の色と眼の形の二つの形質を別個に考えることができる。眼の形のみに着目した場合、以下の二つの仮定をたてて考察する。

仮定1：長円形の眼をもつ親の個体の遺伝子型が、眼の形について、

bであったとすると、第一代の眼の形についての遺伝子型は  
cの一通りになる。

仮定2：あるいは、長円形の眼をもつ親の個体の遺伝子型が、眼の形について

dなら、第一代の眼の形についての遺伝子型の分離比は、  
\_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ となる。

① 仮定1の場合、第二代の眼の形についての遺伝子型の分離比は、

② \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ となる。一方、仮定2の場合は、第一代の二通りの遺伝子型それぞれについて、第二代の分離比を求めることにより、最終

的に第二代の眼の形の遺伝子型の分離比は、 $\frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad}$  ③  
と考えられる。よって、上記の2つの仮定のうち、仮定 e が、観察結果を支持する。

問 1 文章Aを読み、(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 文章Aの空欄 a には適する語句を、空欄 b ~ d には適する遺伝子型を、空欄 e には適する数を答えよ。また、下線部①~③に適する遺伝子型の分離比を答えよ。遺伝子型は遺伝子の記号(E, e)を用いてアルファベット2文字で示し、比は一桁の整数で示せ。

(2) 眼の色と眼の形の両方の形質について、観察結果に適合する、最初の親の2個体の遺伝子型を遺伝子の記号(B, b, E, e)を用いてアルファベット4文字で答えよ。その親2個体の遺伝子型の組み合わせが、複数考えられる場合は、そのすべてを答えよ。

B 植物科学の急速な発展により、a 情報に基づき非常に短期間で効率よく品種改良を行う a 育種技術が開発されてきました。この a 育種には、交配育種のなかで事前に葉などのDNAを解析して、<sup>①</sup>確実に有用遺伝子が組み込まれたことを確認しながら選抜を行い、新品種を開発するDNAマーカー育種と、<sup>②</sup>別種の有用遺伝子を導入して新しい品種をつくる b による育種があります。なかでも、b 技術を用いた品種開発では、遺伝子の機能解析を通じて従来の育種では交配できない生物の遺伝子を導入できることから、今日の地球規模の大きな問題である温暖化、環境劣化、エネルギー問題、人口問題などに対して新しい解決法を編み出し、持続的な人類の繁栄という夢を実現させることができるのではないかと考えられています。

平成20年 総合科学技術会議 科学技術連携施策群 食料・生物生産研究連携群シンポジウム『環境・エネルギー・食料の課題解決に貢献する

a 育種の現状と将来展望』趣旨 から引用

問 2  は、全 DNA (遺伝情報) のセットのことである。  
に入る適切な語句を記せ。

問 3  は、特定の遺伝子を人工的に別の DNA に組み込む操作のことである。 に入る適切な語句を記せ。

問 4 下線部①の DNA マーカー育種を行なう場合に、対象とする植物の DNA の型 (塩基配列情報) を迅速に判別する方法が重要となる。その際に使われ、犯罪捜査等にも利用されている、目的の DNA を大量に増やす方法を何とと言うか。

問 5 下線部②に関する次の説明文を読み、(1)、(2)に答えよ。

別種の有用遺伝子を植物に導入する場合、 という土壌細菌を利用する人が多い。この細菌はプラスミドを持ち、植物体に感染するとその一部 (T-DNA 領域) だけが切り離されて、それが植物細胞の核の DNA に組み込まれることで、植物に腫瘍 (不定形の細胞塊) が生じる。  
③ T-DNA 領域の一部の遺伝子を取り除き、そのかわりに目的とする遺伝子を T-DNA 領域に挿入したプラスミドを  に戻して植物細胞に感染させ、芽や根を再分化させることで、目的遺伝子が核の DNA に組み込まれたトランスジェニック植物が得られる。

(1)  に入る適切な語句を記せ。

(2) 植物の組織や細胞を培養する際には培地に植物ホルモンを加えるが、下線部③の腫瘍は、抗生物質を使って  を取り除いた後でも、植物ホルモンを含まない培地上で増殖することができる。なぜ、植物ホルモンを含まない培地でも腫瘍細胞は増殖できるのか説明せよ。



〔3〕 生物の調節に関する次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

A 生物には、外部環境が変化しても内部環境をほぼ一定に保とうとする仕組み①が備わっている。脊椎動物では [ a ] と [ b ] がこの仕組みの中で主要な役割を果たしている。[ a ] と [ b ] の共同作用により内部環境が調節されている例として、血糖量の恒常性がある。ヒトを例にとると、糖質を多量に摂取した場合、血糖量が一時的に増え、この血液がすい臓を流れると [ c ] の [ d ] から [ e ] が分泌され、また視床下部を刺激すると、その興奮は [ f ] を経て、同じくすい臓の [ c ] の [ d ] に伝えられ、[ e ] の分泌が促される。血糖量が低下すると、交感神経の興奮により副腎髄質から [ g ] が分泌され、肝臓に貯蔵されているグリコーゲンの分解を促す。また、副腎皮質が分泌する [ h ] やすい臓の [ c ] の [ i ] が分泌する [ j ] なども血糖量の増加に働く。

問1 上記の文章中の [ a ] ～ [ j ] に適した語句を入れよ。

問2 下線部①の多細胞生物における内部環境とは何か。その意味について、50字以内で説明せよ。

B 植物体内で作られ、微量で生体の成長や生理的な反応などを調整する物質を植物ホルモンといい、[ a ]、[ b ]、[ c ] などがある。一般に、植物の発芽、伸長成長などにおいて [ a ]、[ b ] は促進的に、[ c ] は抑制的に働くとされている。

[ a ] を茎の先端を切り取った植物の切り口に与えると、側芽の成長が抑えられた。また、葉身を切り取った状態の葉柄の切り口に与えると葉柄の離脱が抑えられた。

[ c ] を未成熟の青いバナナとともに密閉容器に入れておくと、バナナの成熟が促進された。

なお、[ b ] については、以下の実験を行なった。

実験1 種なしブドウを作るため、時期を変えて **b** を処理した。その結果が第1, 2表である。なお、第1表の無種子果形成率とは、1房中の全果実のうち、全く種子を含まない果実が占める割合である。また、第2表の実験は、満開前の異なる時期に **b** を処理し、処理花が開花した時点で花粉を集め、寒天培地にその花粉をまいて発芽率を見た結果である。

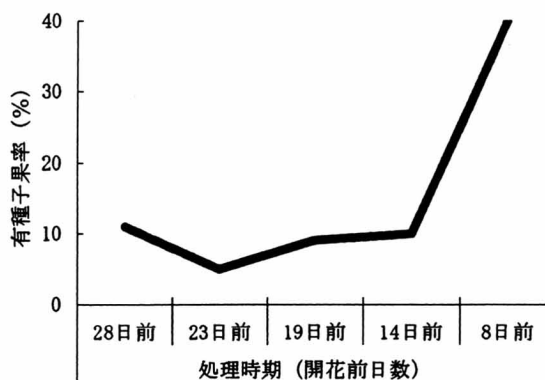
第1表 ブドウ無種子果に及ぼす **b** 処理の影響

処理日(満開までの日数)	無種子果形成率(%)
14日前	100
9日前	94.5
満開当日	55.1
9日後	40.1
処理なし	0

第2表 ブドウにおける **b** の開花前処理期と花粉発芽率

処理日(満開までの日数)	花粉発芽率(%)
23日前	3.7
14日前	0
9日前	0.2
2日前	6.4
処理なし	14.0

実験2 第1図は開花前の異なる時期に **b** 処理したブドウの花について、開花期に健全花粉をめしべに受粉し、成熟時に果実を調べた結果である。ここで、有種子果率とは、1房中の全果実のうち、1個以上の種子を含有する果実が占める割合である。



第1図 **b** 処理花の受粉による有種子果の発生割合

問 3 上記の文章中の  ～  に適した語句を入れよ。

問 4 実験1の第1表および第2表をもとに、種なしブドウに関わる  の影響を、処理時期および花粉側から考えて90字以内で推察せよ。

問 5 実験2の第1図から推察できる、  の影響を90字以内で述べよ。



〔4〕 次の文章Aを読み、問1に答え、文章Bを読み、問い(問2～4)に答えよ。

A 多くの生物は、自然界のある限られた生息範囲において、同種の個体間で有性生殖を行い、遺伝子を交換しあう。このような集団内に存在する対立遺伝子のすべてを  という。遺伝子は、DNAの複製のさいに生じる間違いなどにより変異を生じる。この遺伝子の突然変異が体細胞でなく  に生じると、その変異が、子孫に伝わる可能性が生じ、 の構成を変化させ、進化のきっかけをもたらさう。変異した遺伝子をもつ個体が、環境に適さない場合、集団のなかで変異した遺伝子の割合は、減少し消滅することもある。一方、時には、変異した遺伝子をもつ個体が、より環境に適する場合、その変異した遺伝子の集団内での頻度は、高くなり、やがて  のすべてを占める場合も生じる。このような進化におけるしくみを  という。

集団を構成する個体が少ない場合は、 がはたらかない場合でも、偶然により、ある対立遺伝子が  のすべてを占めることが生じやすくなる。

上記のような集団が、地質学的変動などにより、複数の集団に分かれ、互いに、個体の移出や移入がなくなることを  という。その後、多くの世代を経ると、それぞれの集団間の遺伝的差異が大きくなり、集団相互の間では個体の交配ができなくなる。このような現象を  といい、 をもたらす重要な契機のひとつである。

問1 上記の文章Aを読み、次の問いに答えよ。

文中の空欄  ～  に適する語句を答えよ。

B 生物をグループ分けすることを分類といい、分類を行う際には種が基本単位となる。18世紀に近代分類学の基礎を築いた  は、その著書『自然の体系』のなかで動植物の種類を整然と体系化した。その際、種を命名するのに  を採用し、 は大文字、 は小文字で始める方式とした。

生物の類縁関係をたどると、根元では1本だった樹木がしだいに枝分かれし  
① ていくような図に描くことができる。これを  といい、生物の進化を  
反映した図である。遺伝子の塩基配列の解析が進み、その情報に基づいて信頼  
性の高い  が得られるようになった。このような  を  
 という。

近年では、リボソームRNAの塩基配列の解析から、生物全体を  ,  ,  の3つのドメインに分類する考え方が唱えられている。 のDNAにイントロンが存在することやRNAポリメラーゼの構造が  のものに似ていることなどが明らかとなり、 よりも  の方が  により近縁であると考えられている。

問2  ~  に入る適切な語句を記せ。

問3 藻類では光合成色素や生活環などの類似性や違いに着目して、下線部①の枝分かれ図を書くことができる。クロロフィルの種類によって次の6つの藻類を3つに分類し、それらの分類群が持つクロロフィルの種類を答えよ。

6つの藻類：褐藻類、ケイ藻類、紅藻類、車軸藻類、ユーグレナ藻類、  
緑藻類

問4 藻類の葉緑体の起源も藻類の類縁関係を考える際に目安になる。紅藻類や緑藻類の葉緑体は2重の膜で包まれており、ラン藻類が原始的な  に共生してできたものと考えられている。一方、褐藻類やケイ藻類は、葉緑体が4重の膜でできており、クリプト藻類やクロララクニオン藻類などでは、内側の2枚と外側の2枚との間に、リボソームを含む細胞質やヌクレオモルフと呼ばれる核のような構造体が観察される。褐藻類、ケイ藻類、クリプト藻類、クロララクニオン藻類は、どのような生物がどのような生物に共生してできたものと考えられるか、答えよ。

〔5〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

ある地域に生息する同種個体どうしには様々な関係がみられる。動物の場合を①考えてみよう。

まず、同種個体どうしが集まって  をつくる動物がいる。  を作ることで個体は様々な  を得る。例えば、集団でいれば、捕食者を見張る目が増えるため、個体は単独でいるときよりも  の危険を回避し易くなる。さらに、見張り以外の活動に多くの時間を割り当てることができる。しかし、  が大きくなる程、個体間で餌をめぐる争う時間が増える、捕食者に見つかり易くなる、生息環境が汚染されるなどのコストも大きくなる。

の大きさは、  をつくることによる  とコストとの②バランスに影響される。

の個体間には、優位・劣位の関係、つまり  が生じる場合がある。  の高い個体ほど、優先的に餌を食べたり繁殖行動を行ったりすることができる。  によって個体間の争いが軽減され、  の秩序は保たれる。

単独あるいは集団で、ある空間を占有する動物もいる。他個体あるいは他の集団を排除しその侵入を許さない空間は  と呼ばれている。  の機能は、食物、繁殖場所、隠れ家、異性などの資源を競争者から守ることである。従って、一般的には、同じ資源を利用する同種の他個体あるいは集団に対して  は維持される。  は、それを防衛することによって得られる  がそれを防衛する③ために費やされるコストよりも大きい場合に成立する。

問1 上記の文中の  ～  に適切な語句を入れよ。

問2 下線部①に関して、以下の問いに答えよ。

(1)  をつくるかどうかにかかわらず「ある地域に生息する同種個体のまとまり」を何というか答えよ。

(2) 「生物個体どうしが互いに影響を与えあうこと」を何というか答えよ。

問 3 下線②に関して、ある動物がつくる  $a$  の大きさ(  $a$  を構成する個体数)と、各個体の(ア)捕食者に対する見張り時間及び、(イ)食物をめぐる争い時間との関係をグラフで表すと図1のようになった。図1をみて、以下の問いに答えよ。なお、図1にある点線はこの動物の日中の総活動時間をあらわしている。

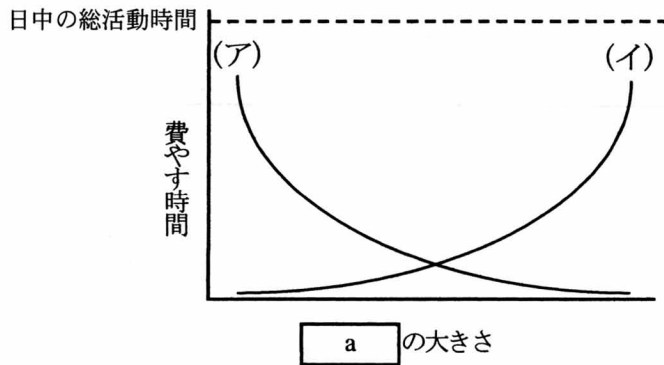


図 1.  $a$  の大きさと各行動に費やす時間との関係

(ア)捕食者に対する見張り、(イ)食物をめぐる争い

- (1) この動物の日中の総活動時間の内、(ア)+(イ)の時間以外は全て採食に使えるとすると、各個体の採食時間と  $a$  の大きさとの関係はどのようなになるか、解答欄のグラフ(1)に明瞭に記入せよ。
- (2) この動物にとって、採食を行う上での最適な  $a$  の大きさはどこであると考えられるか。解答欄のグラフ(2)の横軸に明瞭に記入せよ。ただし、(1)が不正解の場合、(2)が正解であっても点数は与えられない。

(3) 図1において捕食者が増加した場合、(ア)はどのようになり、採食を行う上での最適な  の大きさはどのようにになると考えられるか、以下の5つの中から1つ選び、その番号を答えよ。なお、(イ)は変化しないとする。

1. 曲線(ア)は右上方向へ移動し、最適な  の大きさは大きくなる。
2. 曲線(ア)は右上方向へ移動し、最適な  の大きさは小さくなる。
3. 曲線(ア)は左下方向へ移動し、最適な  の大きさは大きくなる。
4. 曲線(ア)は左下方向へ移動し、最適な  の大きさは小さくなる。
5. 曲線(ア)は移動せず、最適な  の大きさは変わらない。

問4 下線③に関して、ある動物について  の大きさと、 を防衛することによって得られる(ア)  と費やされる(イ)コストとの関係をグラフ化すると図2の様になった。図2をみて以下の問いに答えよ。

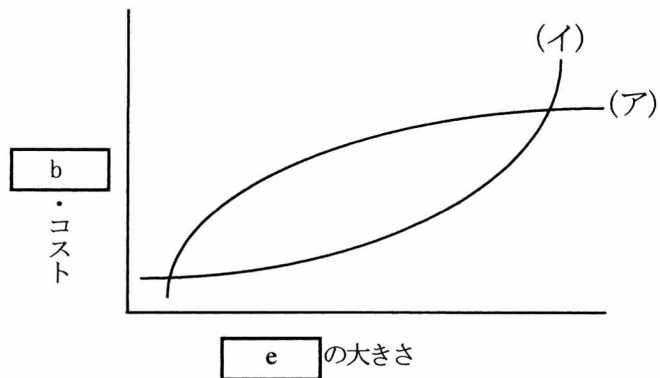


図2.  の大きさとそれを防衛することによって得られる  とコストとの関係  
(ア)  , (イ)コスト

- (1) (ア)は  が大きくなるに連れて増加するが、その増加は徐々に頭打ちになって行く。なぜ(ア)の増加は頭打ちになるのか、60字以内で説明せよ。
- (2) この動物が  を維持する場合、  が成立する大きさの範囲を解答欄のグラフの横軸に明瞭に記入せよ。