

平成 22 年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ~ 10	4
化 学	11 ~ 20	5
生 物	21 ~ 38	6
地 学	39 ~ 50	6

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ 2 箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は 100 点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

生 物

1 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

スイートコーン(生食用トウモロコシ)のなかには、穂のなかに黄色の種子と白色の種子とが混じりあったバイカラー品種といわれるものがある。この品種は、黄色の種子だけをつける純系の親と白色の種子だけをつける純系の親とをかけあわせてつくる。

問1 次の記述の空欄に適切な語句を記入しなさい。

黄色の種子だけをつける純系の親と白色の種子だけをつける純系の親とをかけあわせてつくった種子の色はすべて黄色である。このことから黄色の種子をつける形質が優性形質、白色の種子をつける形質が劣性形質であると考えることができる。このことはメンデルの3つの遺伝の法則のうち の法則により説明できる。

問2 スイートコーンの種子の色は、胚乳の色である。植物の種子における胚乳の役割について簡潔に説明しなさい。

問3 次の記述は、トウモロコシが雄性配偶子と雌性配偶子をつくり、受精して種子をつくるまでを説明したものである。ア～エにそれぞれの細胞の核相を n , $2n$, $3n$ のように記入しなさい。

トウモロコシは、茎の頂端におしべのみをもつ花(雄穂)をつけ、茎の中ほどにめしべのみをもつ花(雌穂)をつける。おしべでは雄性配偶子が、めしべでは雌性配偶子がつくられる。雄性配偶子は、花粉とともにめしべに運ばれ、胚のう内で雌性配偶子と融合する。花粉は、おしべの先端のやくの中でつくられる。花粉母細胞(ア)は減数分裂によって4個の花粉四分子(イ)になり、それぞれが花粉になる。花粉は、成熟すると花粉管核と

雄原細胞をもつ。一方、胚のうはめしべの胚珠内でつくられる。胚のう母細胞(ウ)は減数分裂をして4個の細胞を生じるが、そのうちの3個が退化してしまい、残った1個が胚のう細胞(エ)となる。胚のう細胞は、核分裂を3回繰り返して、8個の核をもつ胚のうになる。8個の核のうち1個は卵細胞の核に、2個は極核になる。花粉は、めしべの先端につき、花粉管核を先頭に花粉管を伸ばす。花粉管は、胚のうの基部に達すると、2つに分裂した精細胞を胚のう内に送り込む。胚のう内では、一方の精細胞が卵細胞と受精して受精卵をつくり、もう一方の精細胞の核が2つの極核と融合して胚乳核をつくる。このような受精様式は被子植物だけにみられるものであり、重複受精とよばれる。その後、受精卵が胚をつくり、胚乳核を含む細胞が胚乳をつくることでトウモロコシの種子がつくられる。

問4 図1はトウモロコシの雌雄配偶子の形成と受精について示したものである。

問3の記述中で、下線をつけた語(花粉母細胞、花粉四分子、胚のう母細胞、卵細胞、極核、精細胞)は、それぞれ図1のどれに相当するか。(a)～(q)の記号で示しなさい。

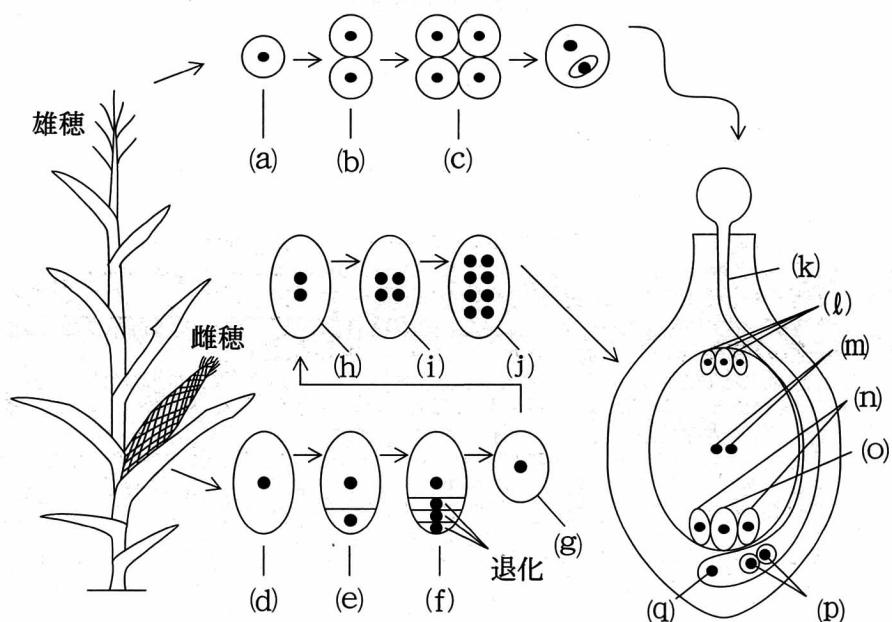


図1

問 5 このバイカラ一品種が重複受精して種子をつくるとき、黄色の胚乳をつくる優性遺伝子を Y、白色の胚乳をつくる劣性遺伝子を y とすると、胚乳核をつくる際の遺伝子型は、極核が YY, Yy, yY, yy の 4 種類、精細胞が Y, y の 2 種類あり、これらの組み合わせで 8 種類あるように考えられる。しかし、実際には、図 2 のように極核は Yy, yY となる遺伝子型は存在せず、YY, yy の 2 種類のみである。このため、胚乳核の遺伝子型は、YYY, YYy, yyY,yyy の 4 種類となり、表現型は、黄色を示すものが 3 に対して、白色を示すものが 1 となる。なぜ、極核では Yy と yY の遺伝子型が存在しないのであろうか。簡潔に説明しなさい。

精細胞 ↓	Y	y	
極核 ↓	YY	YYY	YYy
↓	Yy	YyY	Yyy
↓	yY	yyY	Yyy
yy	yyY	yyy	

図 2

問 6 このスイートコーンの品種を栽培して得られた黄色の種子と白色の種子を収穫し、黄色の種子と白色の種子とが混ざった状態の中から黄色の種子のみを選別した。翌年、この黄色の種子をまき、次の世代の植物体を育てた。これらの植物体は雄花をすべて花粉ができる前に切り取り、雌花だけにした。これらの半数の植物体(グループ A)には、この品種の親となった黄色の種子だけをつける純系の植物体のおしべの花粉を交配し、残りの半数の植物体(グループ B)には、この品種の親となった白色の種子だけをつける純系の植物体のおしべの花粉を交配した。グループ A の雌穂についた種子を 1200 粒採取して胚乳の色を調べたとき、期待される白色の種子の粒数はいくつか。さらに、グループ B の雌穂についた種子を 1200 粒採取して胚乳の色を調べたとき、期待される白色の種子の粒数はいくつか。それぞれについて答えなさい。

2 ヒトの尿の生成に関する次の文章を読んで、問1～8に答えなさい。(配点20)

尿の生成は、そら豆状の形状をした腎臓で行われている。腎臓は腹腔の背側に左右1対存在しており、腎臓に入る血管は **ア** とよばれる。腎臓内に入った血管は、やがて、細い血管となって糸球体を形成する。糸球体は、二重の袋である **イ** に囲まれており、糸球体と **イ** をあわせて **ウ** とよぶ。**糸球体**では、ある力を利用して血液のろ過を行い、ろ過された液は原尿とよばれる。原尿は、**工** で必要な成分を再吸収され、その後、**才** で最終調整が行われ尿となる。尿生成を行う最小の構造単位は **力** とよばれ、腎臓1個あたり約100万個存在している。

腎臓は、このようにして代謝過程で発生した老廃物など、体内の不要な成分を尿として排泄している。腎臓は、このような役割以外にも体液の浸透圧の調節という重要な役割を持っている。たとえば、発汗時など急激な体液量の低下に対して、尿の排泄量を減少することで体液の恒常性を維持している。

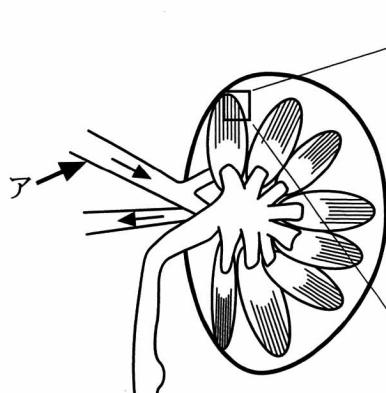


図1 腎臓の模式図

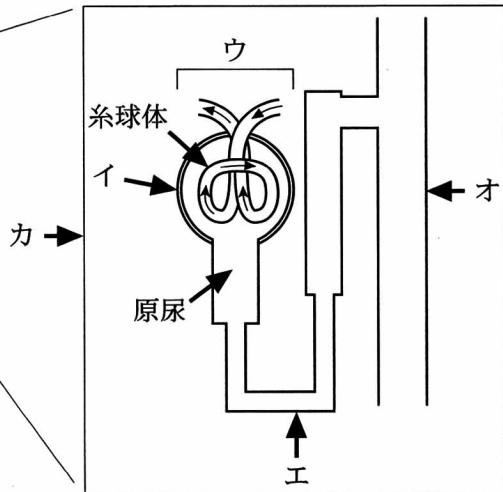


図2 腎臓の一部を拡大した模式図

問1 上の文章の **ア** ~ **力** にあてはまる最も適切な語句を記入しなさい。なお、文章中の記号は、図1～2の模式図の記号に対応している。

問 2 下線部①に関して、糸球体は、どのような力をを利用してろ過を行うか答えなさい。

問 3 次の(a)～(f)のうち、健康なヒトの糸球体でろ過されるものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) アミノ酸 (b) グルコース (c) 細胞
(d) タンパク質 (e) ナトリウムイオン (f) 水

問 4 糸球体でろ過されるものには、どのような共通点があるか。その共通点を答えなさい。

問 5 ダリアの根に含まれる多糖類であるイヌリンは、糸球体でろ過されるが再吸収されない。また、イヌリンは、ヒトの体内で代謝も合成もされない。イヌリンを注射した後、尿中のイヌリン濃度を測定することで、糸球体でろ過される血しょう量を計算することができる。

血しょう中のイヌリン濃度が 4 mg/l になるように、イヌリンを注射した。このときの 1 時間の尿量は 0.1ℓ であり、尿中のイヌリン濃度は、 300 mg/l であった。糸球体でろ過される 1 時間あたりの血しょう量について計算式を書き、四捨五入により小数点以下一桁まで求めなさい。

問 6 下線部②のように体液量が低下したときに、体液や塩濃度を一定に保つために腎臓に作用するホルモンを2つあげ、それぞれのホルモンの腎臓における作用部位を模式図の中の記号で答えなさい。

問 7 これらのホルモンは、なぜ特定の部位に作用するのか。その理由を説明しなさい。

問 8 多量に発汗したとき、これらのホルモンが体液の浸透圧をどのように調節するか。そのしくみを説明しなさい。

3 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

実験1 動物体内に侵入した病原体などの抗原に対する抗体産生反応について調べるために、以下の実験を行った。まず、マウスの胸腺と骨髄からそれぞれリンパ球を分離した。ついで、分離したリンパ球を、別の3群(I～III)に分けた同系統のマウスの静脈内に注射(移入)した。なお、これらのマウスには、リンパ球移入直前に全身のリンパ球を選択的に傷害する量のX線を照射しておいた。マウス(I)群については胸腺由来リンパ球を移入し、マウス(II)群については胸腺由来リンパ球と骨髄由来リンパ球を移入し、マウス(III)群については骨髄由来リンパ球を移入した。

さらに、リンパ球移入直後に、各群のマウスにA抗原(1回目)を静脈内に注射して、血液中における抗体産生の有無を調べたところ、図1に示すような抗体産生パターンを示すマウス群がみられた。そこで、抗体を産生したマウス群について、再度、同量のA抗原(2回目)を静脈内に注射した(図1)。実験には正常で成熟した同系統のマウスを用いた。

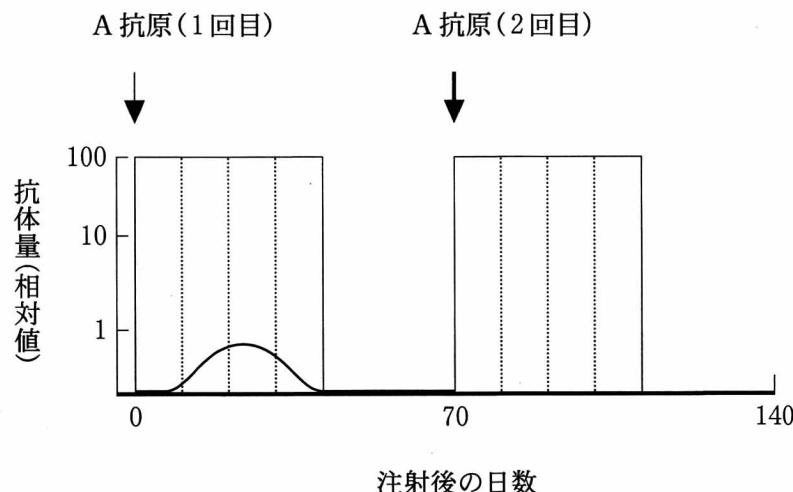


図1

実験 2 皮膚移植片(抗原)に対する動物の拒絶反応を調べるために、A 系統マウスの皮膚片を A 系統マウスの皮膚(AA 群)、あるいは B 系統マウスの皮膚に移植した(AB 群)。さらに、皮膚片移植を受けて 3 週間経過後の AB 群の半数のマウスに、再度、A 系統のマウスの皮膚片を移植した(AAB 群)。図 2 にはそれぞれのマウス群の皮膚移植片の定着率を示した。AA 群と AB 群について皮膚片移植直後を、AAB 群では 2 回目の皮膚片移植直後を図 2 の 0 日とした。実験には正常で成熟したマウスを用いた。

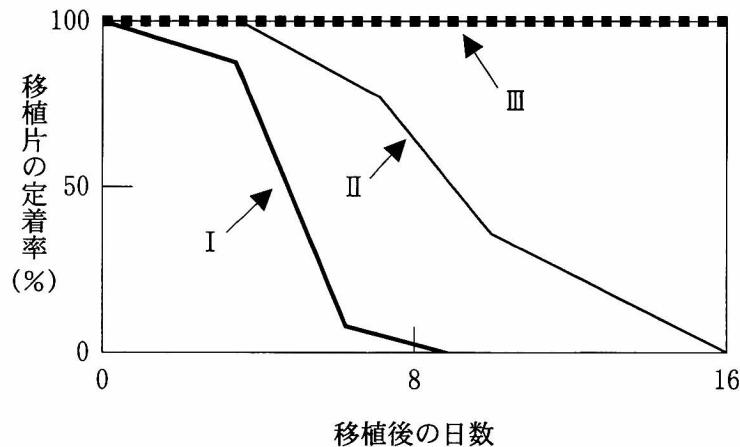


図 2

問 1 実験 1 に関して、(a)マウス(I)群、マウス(II)群、マウス(III)群の中から、抗体を産生したマウス群のローマ数字を一つ選び、記入しなさい。(b)また、その理由について句読点を含めて 80 字以内で説明しなさい。

問 2 実験 1 について、図 3 に示す 2 回目の A 抗原注射に対する①～⑥の抗体産生パターンの中から、最も適切なものを一つ選び、記入しなさい。

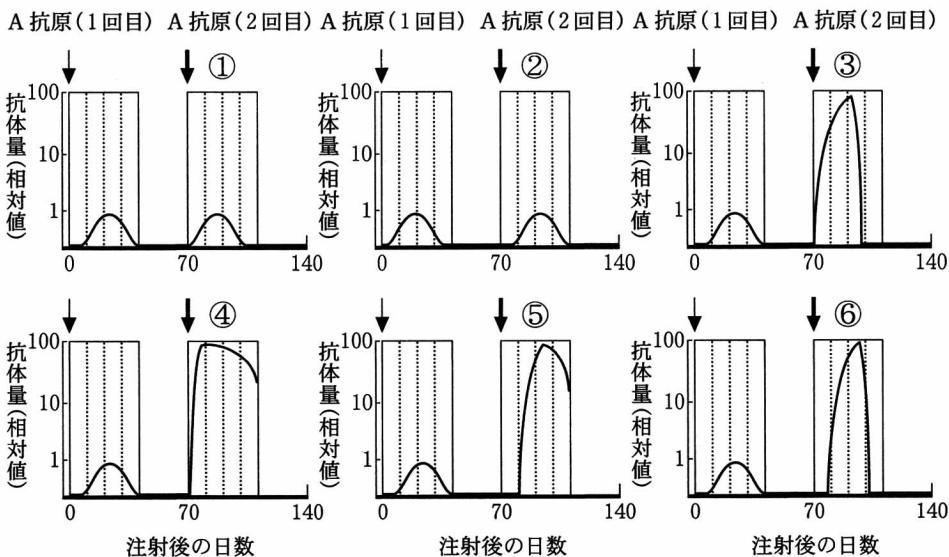


図 3

問 3 実験 2 について、(a)図 2 の移植片の定着率で示されたローマ数字 I, II, III は AA 群、AB 群あるいは AAB 群のいずれに相当するか、それぞれにあてはまるローマ数字を記入しなさい。(b)II の移植片は拒絶され、III の移植片は定着した。その理由について句読点を含めて 120 字以内で説明しなさい。

問 4 実験 2 について、I の移植片は II の移植片に比べ短い日数で拒絶された。その理由について句読点を含めて 140 字以内で説明しなさい。

問 5 以下の文章 1 ~ 5 で、最も適切なものを一つ選び、その番号を記入しなさい。

1. 血液中やリンパ(液)中にあって、体内を循環しているリンパ球は、体内に侵入した病原体などの異物(抗原)を取り込み、^{しゃくきょう}食作用によって、それらを消化・分解する。
2. 免疫グロブリンは 2 本のポリペプチド鎖が束ねられて Y 字形をしており、抗原結合部位を 1 個持っている。
3. 我々の周囲には極めて多くの病原体が存在するので、一個の抗体産生細胞は、多くの種類の抗体をつくり、多くの病原体に対応することができる。
4. 病気の予防のために、毒素をウマなどの動物に注射し、あらかじめ抗体をつくっておき、蛇毒中毒症や破傷風などに対し緊急の治療に用いることがあり、これをワクチン療法という。
5. 過去に結核菌に感染した経験のあるモルモットにツベルクリン反応検査を行った。ツベルクリン(結核菌由来のタンパク質)を皮膚内に注射した部位は、24~48 時間後に炎症を起こして赤くはれ、そこにマクロファージとリンパ球が集まっているのが観察された。

4 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

核に含まれる核酸はほとんどがDNAであるが、少量のアも含まれている。核酸は塩基と糖とリン酸が結合したイという構成単位をもつ。イどうしは、糖とリン酸がたがいに結合してつながっている。DNAの塩基はアデニン、グアニン、ウ、エの4種類からなるが、アではエがオに置き換わっている。シャルガフが行った実験で、生物がもつDNAではアデニンの分子数はエの分子数に等しく、グアニンの分子数はウの分子数に等しいことが明らかになった。DNAは2本のイ鎖がアデニンとエ、およびグアニンとウで相補的に結合して、ねじれた2本鎖としてつながったカ構造をしていることがワトソンとクリックによって発表された。カ構造はDNAの複製様式を示唆するものであった。メセルソンとスタールはDNAの複製様式を以下の実験により明らかにした。

窒素源として窒素の同位体である¹⁵Nと¹⁴Nを用いて大腸菌の培養を行った。まず、大腸菌を¹⁵Nのみを含む培地あるいは¹⁴Nのみを含む培地で何代も培養し、大腸菌のDNAに含まれる窒素原子のほとんどを¹⁵Nあるいは¹⁴Nに置き換えた。これらの大腸菌からDNAを抽出し、塩化セシウムの密度勾配を使って遠心分離した。¹⁵Nのみを含む培地で培養した大腸菌のDNAは図1のaのところ、¹⁴Nのみを含む培地で培養した大腸菌のDNAは図1のcのところに検出された。次に、大腸菌を¹⁵Nのみを含む培地で何代も培養した後、この大腸菌を¹⁴Nのみを含む培地に移し、数回分裂させた。これらの大腸菌からDNAを抽出し、遠心分離によってDNAが検出される位置を解析した。

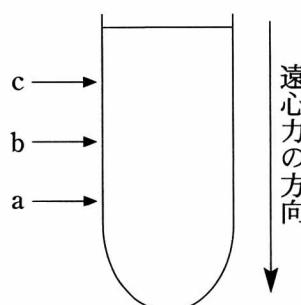


図1

問 1 文中の **ア** ~ **カ** に適切な語句を記入しなさい。

問 2 下線部①で 1 回, 2 回または 3 回分裂した大腸菌の DNA が a, b, c の各位置に検出される割合を, それぞれ最も少ない整数比(1 : 2 : 3 など)で解答欄に記入し, それらの結果が得られる理由について説明しなさい。

問 3 メセルソンとスタールが証明した DNA の複製様式は何とよばれているか答えなさい。

問 4 図 2 は異なる培養条件 A, B または C で培養した大腸菌の培養時間と菌数の関係を示している。培養条件 A, B または C のうち, 大腸菌の分裂する回数が一定時間内で最も多い培養条件は **キ** である。図 2 から培養条件 **キ** では, 大腸菌は 30 分に 1 回分裂することがわかった。問 3 で解答した複製様式を証明するためには, 下線部①の実験で大腸菌を **キ** の条件で培養した場合, ^{14}N のみを含む培地で最低 **ク** 分間培養する必要がある。さらに, ^{15}N を含む DNA を持つ大腸菌を全体の 1 % 以下にするためには, 最低 **ケ** 分間培養する必要がある。ただし, DNA 鎖間の組換えは起きないものとする。

文中の **キ** にあてはまる記号を A, B または C の中から選んで記入しなさい。また, **ク** と **ケ** に適切な数字を記入しなさい。

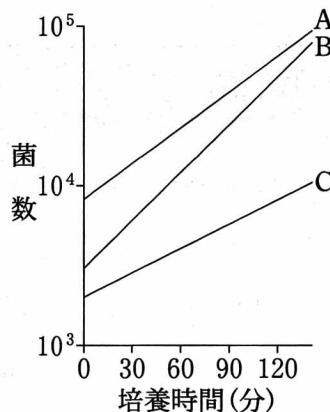


図 2

問 5 問 3 で解答した複製様式が明らかにされるまで、分散的複製仮説を支持する人が多かった。その仮説は、DNA 鎖があちこちで分断されて短い断片がつくれられ、その各断片が新しい断片をつくるものになり、短い DNA が合成される。その後、それらの短い DNA 断片が何らかの方法によってつなぎ合わされ、完全な DNA 鎖ができるというものであった。もしこの仮説が正しかった場合、下線部①で DNA はどのように検出されると考えられるか、下記の(1)から(6)の中から最も適切なものを一つ選び、数字で答えなさい。

- (1) 1 回分裂した大腸菌から抽出した DNA は a 付近の位置に検出され、その後、分裂を繰り返しても位置は変化しない。
- (2) 1 回分裂した大腸菌から抽出した DNA は b 付近の位置に検出され、その後、分裂を繰り返しても位置は変化しない。
- (3) 1 回分裂した大腸菌から抽出した DNA は c 付近の位置に検出され、その後、分裂を繰り返しても位置は変化しない。
- (4) 1 回分裂した大腸菌から抽出した DNA は a 付近の位置に検出され、その後、分裂を繰り返すことによって b の位置に近づく。
- (5) 1 回分裂した大腸菌から抽出した DNA は b 付近の位置に検出され、その後、分裂を繰り返すことによって c の位置に近づく。
- (6) 1 回分裂した大腸菌から抽出した DNA は c 付近の位置に検出され、その後、分裂を繰り返すことによって b の位置に近づく。

5 選択問題Aと選択問題Bのうち、どちらか1問を選んで解答しなさい。

(配点 20)

選択問題Aと選択問題Bのそれぞれに解答用紙があります。選択問題A、選択問題Bのいずれかの解答用紙の確認欄に○印を記入してください。なお、選択の確認ができない場合は採点をしません。

選択問題A

次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。

ホイッタカーとマーグリスによって提唱された生物の分類方法は五界説とよばれ、この分類方法では藻類は **ア** 界に分類される。藻類は光合成色素などによって **イ** 類、**ウ** 類、ケイ藻類、緑藻類(ここではシャジクモ類を含むとする)などに分類される。**イ** 類にはヒジキやワカメなどが含まれ、この藻類はクロロフィルaとクロロフィルcを共通して含む。

ウ 類はクロロフィルaやカロテノイドの他にフィコエリトリンやフィコシアニンなどの色素を含み、アサクサノリやマクサなどがこの藻類に属する。一方、ラン藻類は上記の藻類とは異なり、五界説による分類では **エ** 界に分類される。

ラン藻類が約27億年前にはすでに繁栄していたことは、細かい層状構造からなる **オ** とよばれる岩塊の存在により示されている。ラン藻類が行う光合成により、地球上の大気中の酸素濃度は長い年月をかけて少しづつ増加した。約5億年前には藻類が繁栄して、大気中の酸素濃度はさらに増加した。そして、このころに淡水域で生活していた緑藻類の一部が陸上植物への進化をたどったと考えられる。最初の陸上植物は古生代に出現し、やがてシダ植物が大いに繁栄した。そして、中生代になると、裸子植物がシダ植物に代わって繁栄した。しかし、中生代末期には地球環境の変化によって、多くの裸子植物が絶滅し、新生代になると新たに被子植物が急速に繁栄するようになった。植物は地球環境の変化に適応しながら、現在の形に進化した。

問 1 文中の **ア** ~ **オ** に、適切な語句を記入しなさい。

問 2 ラン藻類の性質を表した以下の(a)~(e)の文で、正しいものをすべて選んで記号で答えなさい。

- (a) ラン藻類は、生物進化の過程で最初に光合成を行った生物である。
- (b) ラン藻類のなかには、大気中の窒素(N_2)を取り入れ、窒素固定を行うものもいる。
- (c) ラン藻類に含まれる光合成色素は、主としてバクテリオクロロフィルである。
- (d) ラン藻類は細胞質中にチラコイドを含む。
- (e) ラン藻類に属するネンジュモやユレモは有性生殖を行うことができる。

問 3 共生説にもとづくと、葉緑体の起源は、真核生物の祖先の細胞内に共生した原始的なラン藻類であると考えられる。この説を支持する根拠を 2 つ説明しなさい。

問 4 下線部①に関して、酸素濃度の増加にともない、緑藻類の陸上への進出がなぜ可能になったのかを、地球大気の変化とその作用から説明しなさい。

問 5 下線部①に関して、陸上植物が緑藻類の一部から進化したと考えられる理由を、光合成色素の種類から説明しなさい。

問 6 下線部②に関して、陸上植物の特徴を述べた以下の(a)～(f)の文で、正しいものをすべて選んで記号で答えなさい。

- (a) シダ植物と種子植物は、維管束を持ち、水と養分を効率よく移動させることができる。
- (b) シダ植物と種子植物は、葉や茎の表面にエナメル質を発達させ、水分の蒸散を防いでいる。
- (c) 種子植物は、胚珠を子房で包み保護することで、乾燥に耐える種子を発達させた。
- (d) シダ植物と種子植物は、水を必要としない受精の方法を発達させた。
- (e) コケ植物とシダ植物は、胞子のうで作られる胞子による生殖方法を発達させた。
- (f) コケ植物は、配偶体が胞子体に依存して生活することで、水や養分を得る方法を発達させた。

選択問題B

次の生物の集団に関する文章を読んで、問1～5に答えなさい。

ある一定の地域で生活している同種の個体の集団は、個体群とよばれ、一定の構造と機能を持っている。ある個体群の全個体数を直接数えることは容易ではなく、間接的に推定する方法が用いられ、そのひとつに標識再捕法がある。これは、捕獲したすべての個体に標識をつけてすぐに放し、じゅうぶんに拡散したのち、二度目の捕獲をして個体数を推定する方法である。この方法では、全個体数は A のような式で推定することができる。

生活に必要な条件が満たされた、大きさが一定の空間内では、個体群内の個体数は初め増加するが、しだいに増加の割合は小さくなる。この個体群の大きさを時間とともに表したグラフは ア といわれ、ある条件の下で、個体数が増加しなくなったときの個体数は イ といわれる。また単位面積当たりの個体数は ウ とよばれ、ウ に応じて同一種の形態や行動様式に変化が生じることを相変異という。相変異がみられるとき、単位面積当たりの個体数が少ないときの状態は エ、多いときの状態は オ とよばれている。

問1 文中の ア ~ オ に適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部を読み、A に入る適當な式を、次のB, C, Dと+, -, ×, ÷のいずれかの記号を使って作りなさい。

(例：全個体数 = B + C × D)

B : 最初に捕獲し標識をつけた総個体数

C : 2度目に捕獲された総個体数

D : 2度目に捕獲された標識のある個体数

問 3 複数の種の動物間に被食者－捕食者の相互関係があるとき、それらの個体数は周期的に変動することが知られている。次の図1は、オレンジを食べるダニAと、ダニAを捕食するダニBの個体数の変動を示したグラフである。グラフ中に実線で示された個体数の変動は、ダニA(被食者)またはダニB(捕食者)の、どちらのダニの個体数の変動を示したものかを答え、その理由を説明しなさい。

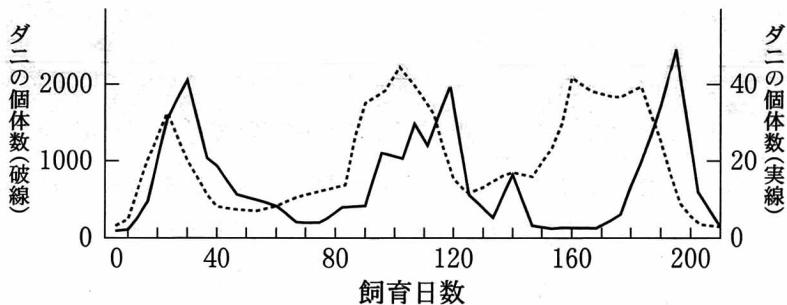


図1 ダニA、ダニBの個体数の変動

問 4 個体群は、いろいろな発育段階の個体で構成されている。各個体を発育段階や齢によって区分し、それぞれの個体数を積み重ねて図示したものは年齢ピラミッドとよばれている。幼若型および老齢型とよばれている年齢ピラミッドの形を、それぞれ図示し、その違いを将来予測も含めて説明しなさい。

問 5 ある空間に生活する個体群全体は群集とよばれ、植物の場合は、植物群落とよばれる。次の植物群落に関する(a)～(f)の文で、正しいものをすべて選んで、記号で答えなさい。

- (a) 校庭の植物群落でそれぞれの種の被度を調べることは、その群落の優占種を特定することには関係しない。
- (b) 陽樹林の暗い林床では陽樹の芽生えは成長できないため、植物群落は陽樹林から陰樹林へと遷移していく。
- (c) 湖沼から始まる湿性遷移では、気温や降水量の条件が整っていても、湿原となったのち、極相(クライマックス)は草原で安定となる。
- (d) 発達した森林では、高木層・亜高木層・低木層・草本層などに分けられる階層構造がみられ、空間は立体的に利用されている。
- (e) 年降水量が 1000～1500 mm の地域は、熱帯ではサバンナ、温帯地域ではステップとよばれ、森林で構成されている。
- (f) 日本列島における群系の分布は、気温と降水量などの環境要因に影響され、水平分布と垂直分布では、群落の変化に共通性がみられない。