

平成 23 年 度

## 問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	生 物	11

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3)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。

訂 正

理科(生物)

問題紙 7 ページ 2 行目 問 5

(誤) 「線細胞」

(正) 「腺細胞」

〔1〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

多くの植物は、光によってさまざまな反応を示す。

例えば、レタスやシソなどの種子に光を照射すると発芽が促進される。このような種子は  と呼ばれている。レタスの種子発芽と光色との関係が調査された結果、赤色光の照射により発芽が促進され、赤色光の照射直後に遠赤色光を短時間照射すると赤色光照射の効果が打ち消されて発芽が阻害された。この反応は種子中の色素タンパク質である  が関与していると考えられている。<sup>①</sup>

発芽した植物では、水平方向から光が当たると茎は光の方向へ曲がる。この反応について、ダーウィンやボーイセン・イェンセンの幼葉鞘を用いた実験から、幼葉鞘の先端部で光を感知して成長を促進させる物質がつくられ、光の当たらない側を移動して屈曲が起こると考えられた。その後、ウェントは幼葉鞘の先端部からこの物質を寒天中に取り出すことに成功した。この物質はオーキシンと名づけられ、その実体は  であることがわかった。オーキシンは基部方向へ  移動して側芽の成長抑制などの作用を示すことが知られている。<sup>②</sup>

植物がある程度成長し、特定の光条件下に置かれると花芽形成されるものがある。植物の花芽形成が日長に反応する性質を  という。日長と花芽形成との関係は植物の種類によって異なり、長日植物、短日植物、中性植物に大別される。<sup>③</sup>日長を感知する器官は葉で、花芽形成を促進する情報は葉から茎の篩管を<sup>④</sup>通って移動する。明期と暗期の長さのうち、実際に花芽形成に重要なのは暗期であることが知られている。短日植物の花芽形成には、 よりも長い連続する暗期が必要であり、暗期の途中で光が当たると花芽形成のための暗期の効果が打ち消される場合がある。これを  といい、 が関与していると考えられている。

- 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の色素タンパク質には二つの型がある。レタス種子への赤色光照射と発芽促進について、色素タンパク質の二つの型と植物ホルモンとの関係を含めて、120字以内で説明せよ。
- 問 3 茎の先端の頂芽が成長している場合、下線部②のように側芽の成長は抑制されるが、頂芽を切除すると側芽は伸長し始める。この現象のメカニズムをオーキシンとの関連から100字以内で説明せよ。
- 問 4 下線部③に該当する植物を下記の中からそれぞれ三つずつ選び答えよ。  
アブラナ、イネ、カーネーション、キュウリ、ダイズ、タバコ、  
タンポポ、ナス、ハウレンソウ
- 問 5 短日植物のオナモミを2株用いて、互いの基部で接ぎ木して花芽形成を促進する情報の移動経路を調べる実験を行った。下線部④を実証するのに必要な簡単な実験方法と予測される結果について、100字以内で説明せよ。

〔2〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

生物のからだには、異物に対する生体防御のしくみがそなわっており、病気や外傷からからだを守るはたらきをする。

先天的にそなわっている生体防御反応として、病原体などの異物が生物の体内に侵入すると、 a  が異物を捕食し、さらに消化分解をおこない体外に排出をおこなう。<sup>①</sup>これは、けがをした後で傷口にみられる膿などがあてはまる。

後天的に獲得する生体防御も存在する。このしくみでは、先天的防御反応に引き続き、 a  の種類の一つである  b  に情報が伝えられる。ここで異物は  c  と識別され、 b  が  d  という特殊な物質をつくる。 d  をつくるもとになる病原体などの  c  成分は  e  とよばれる。 d  は  e  に結合し、 e  の無毒化や排除をおこなう。<sup>②</sup>このような  d  によるしくみを  f  性免疫という。他に  g  性免疫というしくみもある。<sup>③</sup>

問1 文中の空欄  a  ～  g  に最も適切な語句を記入せよ。

問2 下線部①のはたらきは何とよばれるか答えよ。

問3 下線部②の反応の特徴を20字以内で説明せよ。

問4 下線部③について30字以内で説明せよ。

問5 免疫のしくみが過敏に起こる現象について例を挙げて75字以内で説明せよ。

〔3〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

植物葉を細胞と等張なスクロース溶液中で破碎した後、ガーゼでろ過して緑色の破碎液<sup>①</sup>を得た。この破碎液を遠心管に入れ、遠心分離により上澄み液と沈殿物に分離し、分離した上澄み液を、遠心力と遠心時間を増やしてさらに分離した。これを繰り返して、図1で示したように、遠心力を高めて遠心時間を長くしながら、合計4回の遠心分離を行った。それぞれの遠心管の沈殿物の中で、ATPを合成する働きが最も強い細胞小器官が豊富に含まれるものを用いて以下の実験を行った。

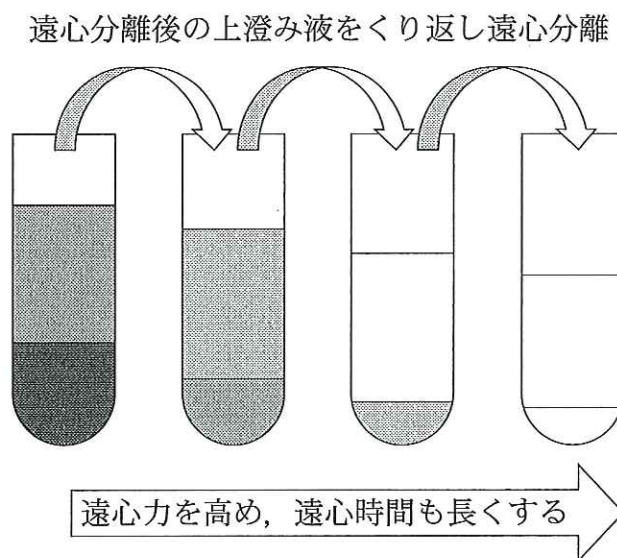
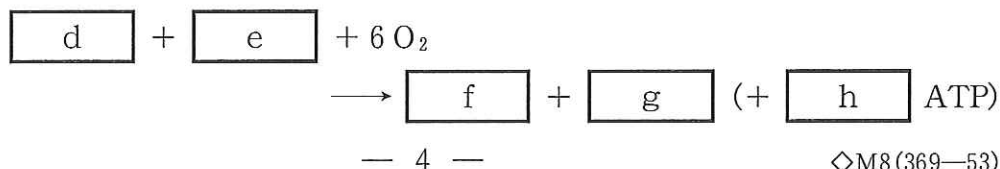


図1

問1 下線部①に関して、なぜ植物葉を破碎する際に細胞と等張なスクロース溶液を用いるのかを40字以内で答えよ。

問2 下線部②に関して、以下の文章の  ～  に当てはまるものを記入せよ。

この細胞小器官と細胞質基質で好気呼吸が行われる。好気呼吸は、 ・  ・  の3段階からなる。この好気呼吸の反応をまとめると以下の反応式で表わされる。



上記の遠心分離で分画した下線部②で示した細胞小器官を適切な反応液とともに密閉した容器に入れ、酸素電極により反応液中の酸素濃度の変化を測定した。図2に示したように、測定を始めて約1分後にリンゴ酸を加え、それから約1分後にADPを加えたところ、反応液中の酸素濃度が急激に減少したが、やがて酸素濃度の減少は緩やかになった③。その後、さらにADPを加えて酸素濃度の変化を測定した④。

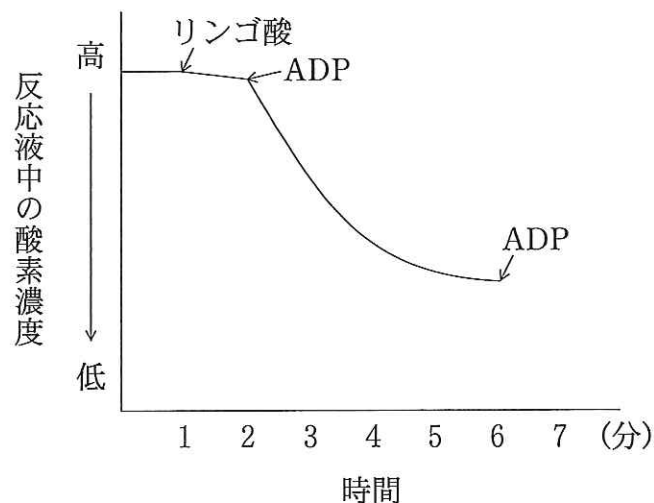


図2

- 問3 下線部③に関して、ADPの添加により記述のように反応液中の酸素濃度が変化した理由を40字以内で答えよ。
- 問4 下線部④に関して、さらにADPを加えることによって反応液中の酸素濃度はどのように変化すると考えられるか。また、ADPを加えて約1分後に、今度は電子伝達系の阻害剤を加えると酸素濃度はどのように変化すると考えられるか。それぞれ15字以内で答えよ。
- 問5 この実験に用いた細胞小器官と同様にATPを合成し、DNAを保有する細胞小器官名を答えよ。また、その細胞小器官においてATPが合成される場である膜構造の名称を答えよ。

## 選択問題

〔4〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えよ。

動物体では、多くの細胞が集まって組織をつくり、組織は4種類に分類される。そのうち筋組織は、核が筋繊維の中央に1個存在し、腸管や血管の壁を形成する 、核が繊維の周辺に複数存在し、骨格を動かす 、および心臓を形成する心筋に分類される。神経組織の神経細胞体は、短い多数の  と長い1本の  を持つ。このほかに結合組織などがある。このような組織が集まって器官を作り、さらに共通した働きを持つ器官が集まって統合された機能を持つ器官系がつくられる。たとえば、消化器系では、管の部分は消化管と呼ばれ、摂取した食物を消化・吸収する部位である。摂取した食物は口の中でかみ砕かれ、消化酵素の  を含むだ液と混ぜり合いデンプンが分解され、胃では、強い酸性の胃液によってタンパク質が分解される。胃液は、タンパク質を分解する活性型の  の前駆物質である不活性な  と、 を主成分とする胃酸からなる。また、すい臓の代表的なタンパク質分解酵素はトリプシンである。このトリプシンは不活性な前駆体である  としてすい臓から分泌され、十二指腸に達した後、十二指腸から分泌されるエンテロキナーゼの作用により、活性化されたトリプシンとなる。胃の内容物が十二指腸に入ると、さまざまな消化酵素を含むアルカリ性のすい液が分泌される。その後も腸液の消化酵素によって消化され、最終的に、栄養素は静脈である  と呼ばれる血管を通過して  に運ばれる。また、小腸では、粘膜下組織の隆起した輪状ヒダ、粘膜固有層の隆起した 、管腔側細胞膜の隆起した微絨毛がみられる。

全ての器官系が集まって個体ができあがっている。

問1 上の文章の  ～  に最も適切な語句を記入せよ。

問2 下線部①では、どのような形態と機能の細胞の集まりから組織がつけられるかを答えよ。

問3 下線部②における心筋繊維の核は筋繊維のどの位置に存在するか答えよ。



- 問 4 下線部③における四つ目の組織名を答えよ。
- 問 5 下線部④, ⑤の胃および膵臓の線細胞がまず不活性な前駆体として酵素を分泌するのは, 細胞にとってどのような利点があるからかを 25 字以内で答えよ。
- 問 6 下線部⑥のような隆起は小腸の機能と大きく関係している。なぜ隆起したのかを 15 字以内で答えよ。
- 問 7 下線部⑦の器官系について消化器系以外の系を二つあげよ。

## 選択問題

〔5〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

南米エクアドルの西、1000 km 沖合の太平洋上にガラパゴス諸島と呼ばれる火山性の群島がある。そこには大きさ15 cm 程のダーウィンフィンチという鳥が計14種生息している。14種はその嘴(くちばし)の大きさと形において互いに異なる。嘴は食べ物の捕獲や処理に関する器官であり、その大きさと形は食べ物の種類に強く依存している。大きく厚い嘴は、大きな堅い種子を砕いて食べる種類に、小さく細い嘴は、小さな昆虫や蜜を食べる種類にそれぞれ見られる。

群島の一つであるダフネ島には、ガラパゴスフィンチと呼ばれるダーウィンフィンチの1種が約1000羽生息している。ガラパゴスフィンチは種子を食べ、他種に比べてその嘴は大きく厚い。研究者たちは、ガラパゴスフィンチに足環を付けて個体識別をし、定期的に体の様々な部分を計測した。1976年に捕獲した個体の嘴の厚さを計測した結果、その分布は9 mm 前後を中心とした山形を描いた(図1の上図)。1977年にダフネ島はひどい早魃(かんばつ)に見舞われ、普段なら雨季に130 mm 程の雨量を記録するはずの雨が、その年は24 mm しか降らなかった。そのため多くの植物が枯れ、ガラパゴスフィンチの食物に大きな変化が起こった。この鳥が好む小さな柔らかい種子はすぐに枯渇し、普段は食べることのない大きな堅い殻に入ったハマビシの実が主な食料となった。嘴の厚い個体はその実を効率よく食べることができたが、嘴の薄い個体ほど殻を割ることが困難で、その中の実を食べるのは容易ではなかった。早魃の間にダフネ島の84%のガラパゴスフィンチが死んでしまった。生き残った個体を捕獲して嘴を計測したところ、1976年に比べて嘴の厚い個体が多く見られた(図1の上図)。ガラパゴスフィンチの嘴の形態は親から子に伝わるため、1978年に生まれて来た子の世代では早魃前の親の世代よりも嘴の厚さが平均約1 mm 厚くなった(図1の下図)。

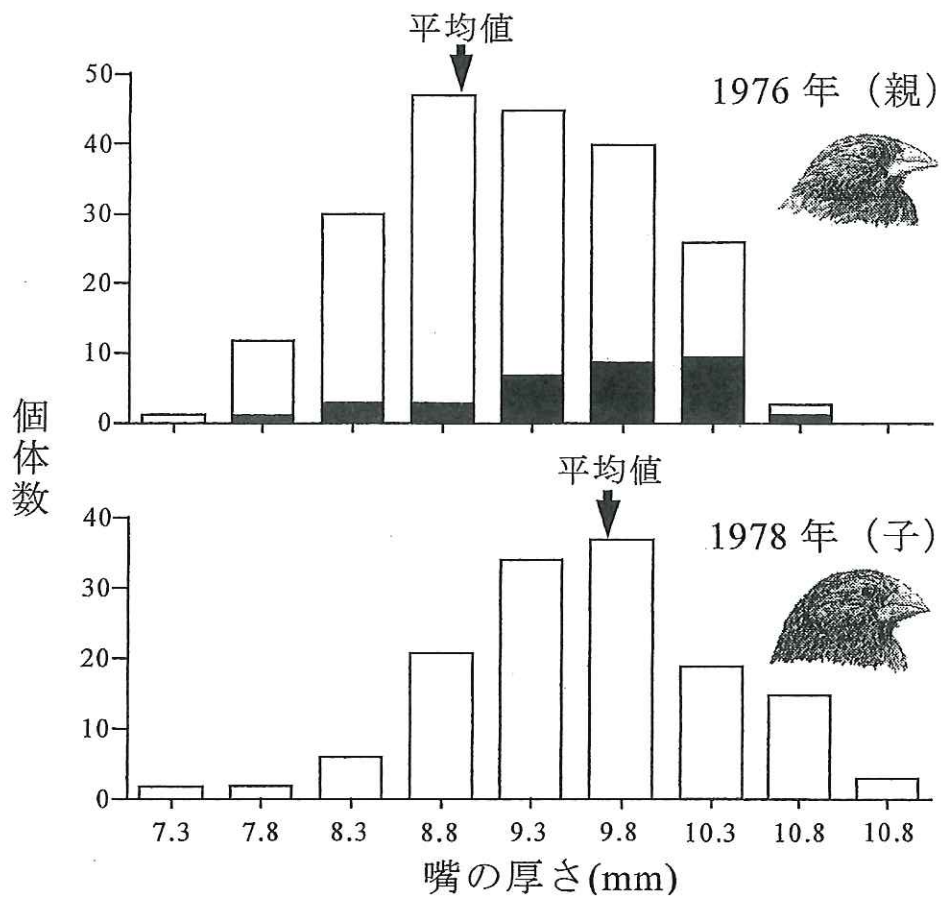


図1 ガラパゴスフィンチの嘴の厚さの頻度分布  
 1976年の個体のうち 1977年の旱魃で生き残った個体の嘴の厚さの分布は黒塗りで示されている。

Grant and Grant (2003) What Darwin's finches can teach us about the evolutionary origin and regulation of biodiversity より改変

問 1 次の文中の  ～  に適切な語句を記入せよ。

なぜこの鳥の嘴の厚さは、早魃の前後で変化したのだろうか？ 世代が経過するに従って、生物個体の形質が集団的に変化する現象を説明する科学理論の一つに、 による進化がある。 による進化が起きる場合、三つの条件が満たされる必要がある。1) 同種個体間で形質が  
、2) 形質が  に伝わる、及び3) 形質の違いによって個  
体が残す  に違いがある。では、この鳥の場合にはこれらの条件が満たされているのであろうか？

まず、この鳥の場合、「個体によって嘴の厚さが  」ことが図1から見て取れる。次に、文中から、「嘴の厚さは  に伝わる」こともうかがえる。つまり二つの条件は満たされている。では最後の条件、「嘴の厚さが異なれば、残す  が異なる」のであろうか？ 早魃によって食料が枯渇したことから、普段よりも食べ難い食料をとる必要が出て来たようである。そのような食料を効率よく食べるにはどうやら、 嘴を持っている方が有利な様だ。 嘴を持つ個体は大きな堅い実を上手く処理できず、食料を得ることが困難だったことがうかがえる。そのために、多くが餓死してしまったと考えられる。それに比べて、 嘴を持つ個体は、比較的容易に食料を得ることができ、食糧難を生き延びたのであろう。生き残った個体は、早魃後に子を残したのであるから、より多く生き残った  嘴を持つ個体の子が多くなるのは当然である。つまり、 の高い  嘴を持つ個体は、 の低い  嘴を持つ個体に比べて、平均的により多くの子を残したことになる。従って、「嘴の厚さが異なれば、残す  が異なる」という条件は満たされていると言える。この鳥の嘴の厚さが変化した現象は、 による進化の実例である。

問 2 問1の文中にある下線部①及び下線部②の現象はそれぞれ何というか答えよ。

問 3 問 1 の文中にある「a」による進化は、同種の生物集団内での対立遺伝子の頻度変化としてとらえることができるが、「a」による進化以外にも同種の生物集団内で対立遺伝子の頻度が変化することがある。それはどのような仕組みによるか、70 字以内で説明せよ。

問 4 ダーウィンフィンチ類 14 種の祖先は、数百万年前に南米大陸から移入して来た 1 種であることが分かっている。ガラパゴス諸島で一つの祖先種から多くの種が分岐した理由を適切に説明しているものを、①～④から一つ選び、その番号を答えよ。

- ① ガラパゴス諸島にはフィンチの餌と成り得る様々な資源があり、それぞれの餌を利用するように適応放散が起きたから。
- ② ガラパゴス諸島にはフィンチの餌があまりなく、少数の種だけが確実に生き延びるように適応放散が起きたから。
- ③ ガラパゴス諸島では人間によってフィンチの品種改良がさかんに行われ、適応放散がおきたから。
- ④ ガラパゴス諸島ではしばしば大雨が降り、植物がフィンチの餌となる実をたくさんつけたから。