

平成 27 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1～5)に答えよ。

生物は細胞の構造に着目すると、原核生物と に分けられる。身のまわりの水田やその周辺では、メダカ、ミドリムシ、コウジカビ、コガネグモ、シャジクモ、トノサマガエル、イナゴ、タイヌビエ、キタネグサレセンチュウ、スギナなど多くの生物を観察することができる。また、水田で栽培されているイネからは玄米を取り出し、ご飯や餅の原料として利用され、日本酒に加工される場合もある。これらの生物に共通した特徴として、細胞は に包まれ、遺伝子の本体である をもち、光合成や呼吸などでつくられた をエネルギーの通貨として利用する等が挙げられる。

また、イネにおける光合成の場は葉緑体であり、光が直接関与する光化学反応は において、CO₂を固定する炭酸同化に関わる反応は においてそれぞれ進行する。

※ただし、①～⑩の生物名の中には総称を示しているものもある。

問1 文中の ～ に最も適切な語句を入れよ。

問2 は動物、植物、菌類、原生生物に分けられる。①～⑩で示した生物のうち、原生生物に属するのはどれか。該当するものの番号を答えよ。

問3 原核生物について、次の設問に答えよ。

(1) ダイズなどのマメ科植物と共生関係にあり、空気中の窒素固定を行う細菌は何か。その生物名を答えよ。

(2) 細菌のなかには光エネルギーを利用して炭酸同化を行うもの(前者)と、光に依存せず炭酸同化を行うもの(後者)が存在する。前者と後者はそれぞれ何細菌と呼ばれているか。それぞれの名称を答えよ。

問4 日本酒やワインなどのアルコール飲料をつくるには、グルコースをエタノールとCO₂に分解するアルコール発酵を利用する。アルコール発酵を行う生物名を答えよ。

問 5 図1はタイヌビエの葉の横断面を示したものである。タイヌビエは光合成の炭酸同化のメカニズムがイネと異なる。タイヌビエの炭酸同化の方法について、CO₂の流れがわかるように次の語句を入れて100字以内で説明せよ(気孔, 葉肉細胞, 維管束鞘細胞)。

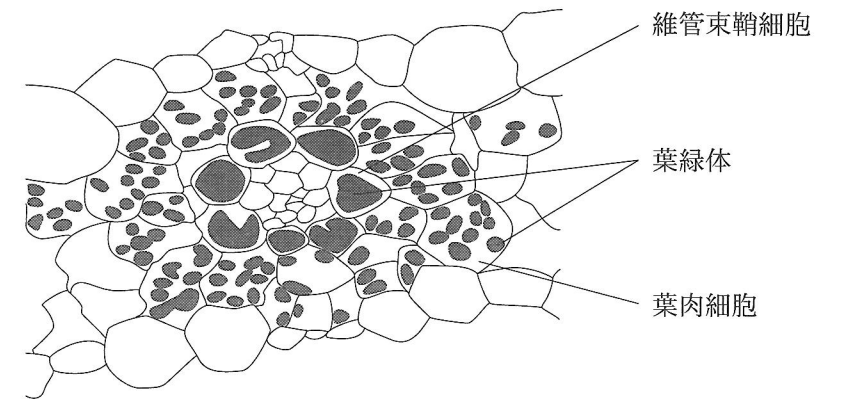


図1 タイヌビエの葉の横断面

〔2〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

脊椎動物の身体を動かすシステムがどのように構築されているのか、その成り立ちから振り返ってみよう。例えばカエルの卵では受精後に細胞分裂を繰り返したのち神経板が形成^①される。神経板は神経管となり、神経管の一部は脊髄になる。また、胚の別の領域では筋肉が形成^②される。カエルに限らず、脊髄と筋肉は離れているので、脊髄内の神経細胞の一部が筋繊維に指令を伝えるべく突起をの^③ばしてシナプスを形成する。この神経を興奮させると、シナプスにおいてアセチルコリンが放出^④され、筋繊維が収縮する。こうして、この神経の興奮を介して、上位中枢からの指令が身体^⑤の運動として具現化されることになる。

問1 下線部①について

- (1) 発生初期の受精卵は体細胞よりも速やかに分裂することができるが、その理由を25字以内で答えよ。
- (2) 神経板は3種類の胚葉のうち、どの胚葉に由来するか答えよ。
- (3) 神経板は上記の胚葉からどのように形成されるのか。30字以内で答えよ。

問2 下線部②について

- (1) 筋肉は3種類の胚葉のうち、どの胚葉に由来するか答えよ。
- (2) 神経になる細胞も、筋肉になる細胞も、同じ遺伝子のセットをもっているにもかかわらず、異なる形態をとり機能をもつのはなぜか。35字以内で答えよ。

問3 下線部③について

- (1) この神経の名称を答えよ。
- (2) この突起の名称を答えよ。

問4 下線部④について、シナプスでのアセチルコリンの放出が、どのようにして筋繊維全体の興奮をもたらすのか。「ナトリウムイオン」「チャネル」の語を少なくとも1度用いて、100字以内で説明せよ。

問3 下線部①が起きるには、変異・遺伝・選択という3つの条件がそろふ必要があるが、この実験におけるグッピーの場合、それらは何であるか。3つとも具体的に答えよ。

問4 この実験の場合、川の下流部と上流部でグッピーが2つの集団に分断されているため、それら集団間での交配は妨げられていると考えられる。この様に同種の生物集団が複数に分断され、それら集団間で自由な交配が妨げられる現象をなんというか答えよ。

問5 このグッピーの集団において問4の現象が今後も続く場合、2つの集団はどのような状態になる可能性があると考えられるか。「生殖的隔離」と「種分化」という語を用いて、100字以内で説明せよ。

問 1 上の文章中の ~ に適切な語を記入せよ。

問 2 次の文章中の ~ に入る語の組み合わせとして適切なものを、下のア~クから一つ選べ。なお、 ~ には、問 1 で解答した語と同じ語が入る。

この研究結果から次のようなことが考えられる。川の下流部では グッピーは グッピーに比べて捕食される可能性が高い。従って、捕食者が好む 体サイズになってから性成熟を迎える個体よりも、捕食されにくい若くて ときに性成熟を完了する個体の方が、確実に を残すことができると考えられる。一方、川の上流部では、捕食される危険性がないため、若くて ときに性成熟を完了することに有利性はない。グッピーでは、 個体から生まれた は、 個体から生まれた よりも体サイズが ため、むしろ時間をかけて十分に成長してから性成熟を迎える方が生存に有利な を多く残すことができると考えられる。 は の形質を受け継ぐため、世代を経るにつれて集団中には、生存に有利な形質を持った個体が と考えられる。この実験から、グッピーの性成熟に要する時間や体サイズは、生息環境に するように によって すると言えよう。

	D	E	F	G	H
ア	大きい	小さい	親	子	増加する
イ	大きい	小さい	親	子	減少する
ウ	大きい	小さい	子	親	増加する
エ	大きい	小さい	子	親	減少する
オ	小さい	大きい	親	子	増加する
カ	小さい	大きい	親	子	減少する
キ	小さい	大きい	子	親	増加する
ク	小さい	大きい	子	親	減少する

問 5 下線部⑤について、筋繊維の収縮は、細胞外に比して極めて低濃度に抑えられているイオンの細胞内濃度の増加により引き起こされる。

- (1) そのイオンの名称を答えよ。
- (2) そのイオンは主としてどこから供給されるか答えよ。
- (3) そのイオンの筋収縮における役割を 30 字以内で答えよ。

〔3〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

種子植物の生活は種子の発芽、成長、花芽形成、種子の形成の段階を経る。

植物によっては、種子が完成し、親植物から離れて温度、酸素、水分などの環境条件が発芽に適していてもしばらくは発芽しないものがある。このような状態を種子の休眠と呼び、この原因には植物ホルモンの **a** ^① が発芽を抑制していることが多い。休眠した種子も時間が経過して **a** が減少し、温度、酸素、水分などの環境条件がそろって発芽する。イネやコムギの種子が発芽する際には、胚から分泌された **b** が胚乳の外側にある **c** 層の細胞に作用して **d** が合成され、これにより胚乳のデンプンが糖に分解される。胚はこの糖を栄養分として成長する。

植物によっては、温度、酸素、水分の条件に加えて、光の条件が種子の発芽に影響する場合がある。レタスなど光によって発芽が促進される種子を光発芽種子、カボチャなど光によって発芽が抑制される種子を **e** 種子という。光発芽種子は **ア** 光を照射すると発芽が促進され、 **イ** 光を照射すると発芽しなくなる。

植物は成長過程において、光を光合成のエネルギー源としてだけでなく、周辺環境を知るための情報源としても利用している。例えば、太陽光が植物に直接届いている場合に比べ、ほかの植物の葉が生い茂った下の日陰では、 **ウ** 光に対する **エ** ^② 光の割合が小さい。そのような環境にいる植物は、茎の伸長を促進させて日陰を回避しようとする反応を示す。植物が日陰から脱しようとするこのような反応や光発芽種子の発芽制御には **f** という光受容体が関わっている。

発芽後、植物は葉を次々に分化させながら成長を続けるが、ある環境要因が整うと花芽が形成されて花が咲く。多くの植物は環境要因として日長の変化を感知しているが、日長に関係なく、ある大きさに育つと花芽形成する植物もある。このような植物を **g** ^③ という。日長に反応して花芽形成する性質を **h** という。また、日長条件に加えて一定期間の低温が花芽形成に必要な植物もある。一定期間の低温により花芽形成が促進される現象を **i** という。

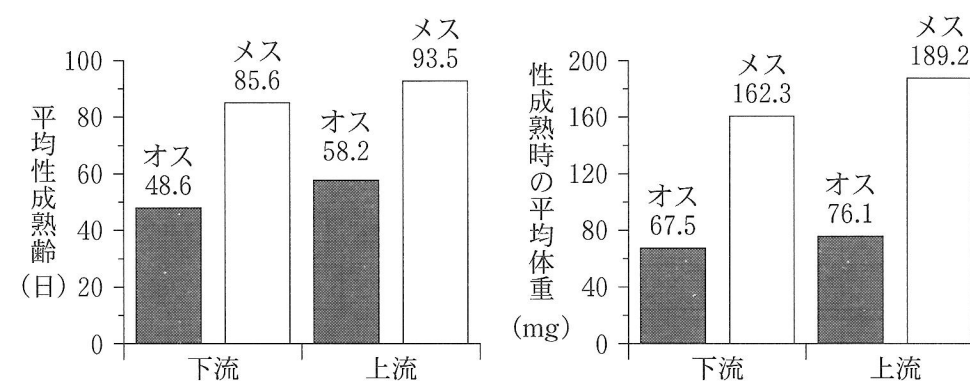
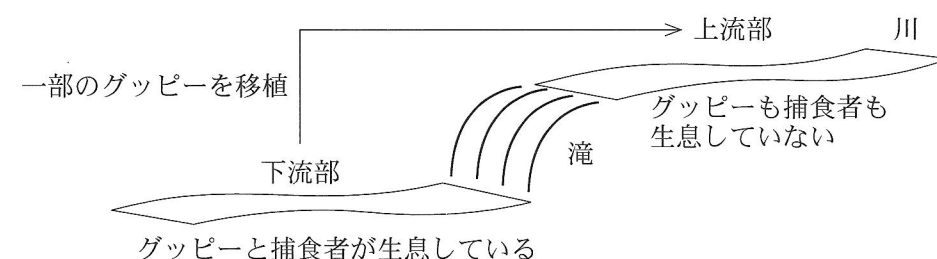


図1 グッピーの移植実験とその結果

Reznick et al. (1997) Evaluation of the rate of evolution in natural populations of guppies (*Poecilia reticulata*). Science 275 : 1934-1937 より作成

〔選択問題〕

〔5〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

生物集団中の個体の形質が世代の経過に伴って変化することを **A** という。生物が生息環境に対して有利な形質を備えることを **B** というが、**B** 的な **A** は **C** によって起きると考えられている。**C** による **B** 的な **A** が野外で実際に起きることをグッピーの移植実験によって確かめた研究例を以下に紹介する。

グッピーは南米産の小型淡水魚である。ある研究者がカリブ海の島で調査を行ったところ、グッピーの性成熟齢(生後繁殖が可能になるまでの日数)や体サイズは、生息場所での捕食者(他の生物を食べる動物)の存在に関係しているようであった。島を流れる多くの川の下流部には肉食性の大型魚が生息し、性成熟した大きなグッピーを頻繁に捕食していたが、川の上流部にはそのような捕食者は生息していなかった。肉食魚に捕食される危険性の高い下流部のグッピーは、上流部のグッピーよりも性成熟齢が若く、性成熟時の体サイズは小さかった。

次に、グッピーの性成熟齢や体サイズの生息場所による変異が、捕食者の有無に起因していることを調べるために、ある川の下流部(グッピーと捕食者が生息している)のグッピーを一部、同じ川の上流部(グッピーも捕食者も生息していない)に移植した(図1の上部)。なお、下流部と上流部の間には滝があるため、下流部の捕食者が上流部に侵入することはなかった。また、捕食者以外の環境要因は下流部と上流部で大きく違わなかった。

移植から11年後(グッピーでは約18世代が経過)、その川の下流部と上流部で成魚を捕獲し、実験室で繁殖させ、生まれた子を同じ条件下で飼育し、それらの性成熟齢と体サイズを比較した。その結果、上流部のグッピーから生まれた子は、性別に係わらず、下流部のグッピーから生まれた子よりも性成熟に多くの日数を要し、性成熟時の体重も重かった(図1の下部)。なお、グッピーの性成熟齢は遺伝する形質であることがわかっている。

問1 文中の **a** ～ **i** に適切な語句を記入せよ。

問2 文中の **ア** , **イ** , **ウ** , **エ** に入る語句の組み合わせとして適切なものを次の(A)～(D)の中から選び、その記号を記入せよ。

- (A) ア:赤色 イ:遠赤色 ウ:赤色 エ:遠赤色
- (B) ア:遠赤色 イ:赤色 ウ:赤色 エ:遠赤色
- (C) ア:赤色 イ:遠赤色 ウ:遠赤色 エ:赤色
- (D) ア:遠赤色 イ:赤色 ウ:遠赤色 エ:赤色

問3 下線部①の種子の休眠は植物にとってどのような利点があると考えられるか。40字以内で説明せよ。

問4 下線部②のような光環境になる理由を60字以内で説明せよ。

問5 下線部③に関して以下の問いに答えよ。

(1) 日長に関係なく、ある大きさに育つと花芽形成する植物を以下の中から2つ選び、その植物名を記入せよ。

- アサガオ アブラナ エンドウ キク
- コスモス コムギ ダイコン トウモロコシ

(2) 日長条件を変えることができる栽培装置を用いてホウレンソウとオナモミを栽培し、花芽形成の有無を調べた。図1の①～⑤の各条件で生育させた場合、それぞれの植物が花芽形成すると予想される場合には○、花芽形成しないと予想される場合は×を解答欄に記入せよ。なお、ホウレンソウの限界暗期は11時間、オナモミの限界暗期は9時間とする。

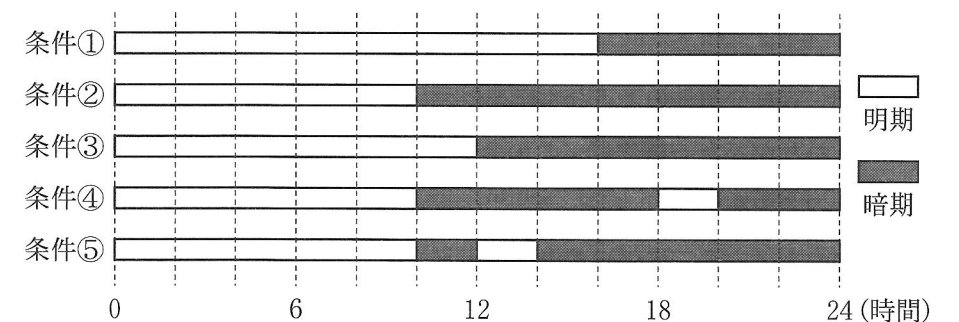


図1 花芽形成と光条件に関する実験

〔選択問題〕

〔4〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

自然界において太陽光を利用して水と二酸化炭素から有機物を合成する生物を という。 が合成した有機物を食物とする生物を , を食物とする生物を と呼ぶ。 以上の生物を食物とする生物は と呼ばれる。それぞれの生物の や などを無機物に変換する生物を と呼ぶ。

ある生態系では1年間あたり・土地面積 1m^2 あたり 2000g ($2000\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$) の有機物が に蓄積された。このとき、この生態系における呼吸量は $1800\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$ 、そのうち による呼吸量は $1400\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$ であった。また、 , そして の3者の合計の呼吸量は $100\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$ であった。

問1 ～ にあてはまる最も適当な語句を記せ。それぞれの語句の文字数は解答欄内の文字枠数と対応させること。

問2

- (1) に蓄積された有機物量を何と呼ぶか。3文字で表せ。
- (2) この生態系における の総生産量を求めよ。ただし、 の純生産量の60%が に蓄積したとする。単位は $\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$ とし、小数点以下は四捨五入して表せ。
- (3) この生態系における の呼吸量を求めよ。単位は $\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$ とする。

問3 森林や草地のような生態系において、 によって無機物に変換されなかった有機物は、この生態系のどこに何として蓄積されるか。20字以内で説明せよ。

問4 大気中の二酸化炭素濃度の上昇を抑えやすい陸上生態系は、どのような特徴を持つ生態系か。生態系の炭素循環の機構に基づいて、45字以内で説明せよ。