

生 物

(解答番号 ~)

第 1 問 生物の分類と進化に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。(配点 20)

生物には(a)学名が与えられ、その系統関係も明らかにされてきた。(b)進化の道筋を表す(c)系統樹は、生物が持つ様々な特徴や DNA の塩基配列などの違いを比較することによって作られる。生物の種分化は(d)地理的隔離により生じることが多いが、(e)他の生物の生態や行動の変化なども生物の種分化に影響を与え得る。

問 1 下線部(a)に関連して、生物の分類や学名についての記述として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 近縁な綱をまとめて目という分類の階級(階層)が構成される。
- ② ドメインは界の下位に置かれる分類の階級(階層)である。
- ③ 学名が *Cardamine nipponica* の植物と学名が *Phyllodoce nipponica* の植物は、同じ属に属する別の種である。
- ④ 学名が *Cardamine nipponica* の植物と学名が *Cardamine leucantha* の植物は、同じ科に属している。

問 2 下線部(b)について、次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①~⑧のうちから一つ選べ。 **2**

DNA の塩基配列が変化する速度は、生存に必要な DNA 領域ほど **ア**。また、ある DNA 領域において、突然変異による DNA の塩基配列の違いは一定の速度で増加するため、系統関係が遠い生物種間ほど DNA の塩基配列の違いは **イ**。進化とは、生物の集団において、世代を経る過程で遺伝的な構成が変化していくことである。したがって、ハーディ・ワインベルグの法則が **ウ** 集団では、進化が起こらない。

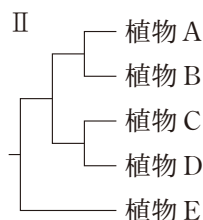
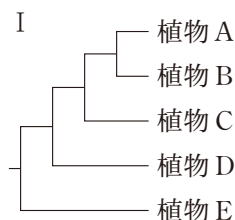
	ア	イ	ウ
①	速 い	小さい	成立する
②	速 い	小さい	成立しない
③	速 い	大きい	成立する
④	速 い	大きい	成立しない
⑤	遅 い	小さい	成立する
⑥	遅 い	小さい	成立しない
⑦	遅 い	大きい	成立する
⑧	遅 い	大きい	成立しない

生 物

問 3 下線部(C)に関連して、植物 A～E における遺伝子 G の塩基配列を比較し、異なる塩基の数を表 1 にまとめた。この結果から作られる系統樹は、I と II のうちどちらか。また、植物 A がその最も近縁な植物との共通の祖先から種分化し始めたのが 0.80 億年前であり、塩基配列の違いが一定の速度で増加すると仮定するとき、植物 C がその最も近縁な植物との共通の祖先から種分化し始めたのは何年前か。その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、系統樹 I と II の各枝の長さは種分化してからの経過時間を表していない。 3

表 1

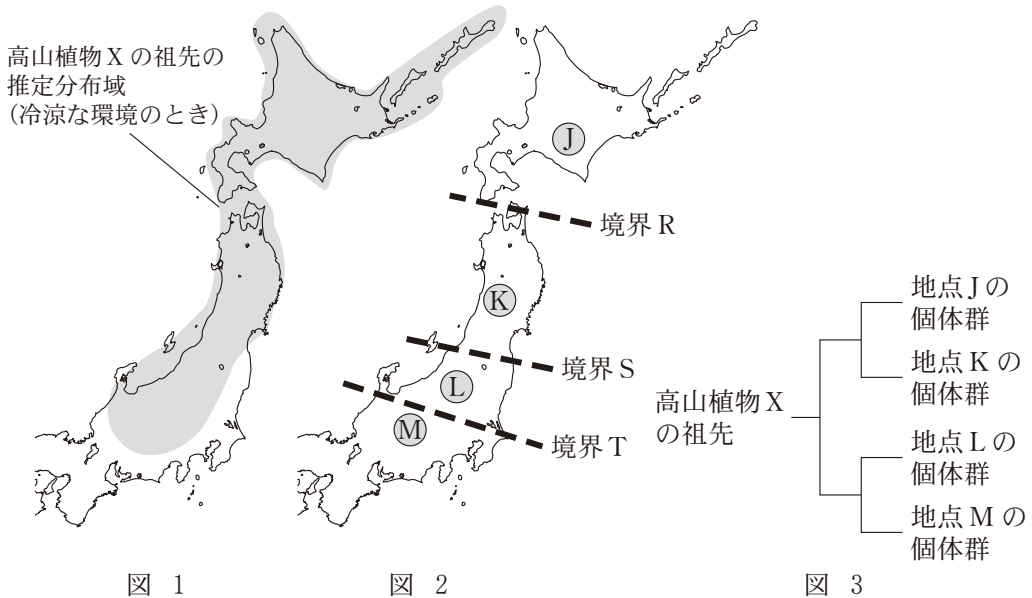
	植物 A	植物 B	植物 C	植物 D	植物 E
植物 A	/				
植物 B	107	/			
植物 C	131	126	/		
植物 D	127	135	76	/	
植物 E	139	161	139	159	/



- | | |
|----------------|----------------|
| ① I, 0.57 億年前 | ② I, 0.80 億年前 |
| ③ I, 0.96 億年前 | ④ I, 1.12 億年前 |
| ⑤ II, 0.57 億年前 | ⑥ II, 0.80 億年前 |
| ⑦ II, 0.96 億年前 | ⑧ II, 1.12 億年前 |

問 4 下線部(d)に関連して、高山植物 X は現在、日本列島の標高の高い山の山頂付近だけに分布している。しかし、過去に冷涼な環境だったときには、高山植物 X の祖先は低地にも広く一様に分布(以下、広域分布)していたと考えられている(図 1)。高山植物 X の種分化の過程を調べるため、図 2 の 4 地点(J~M)から高山植物 X を採集し、DNA の塩基配列に基づいて図 3 の系統樹が得られた。高山植物 X が種分化していく過程の記述として最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。ただし、高山植物 X が広域分布しなくなって以降、再び広域分布したことはなく、また、境界 R~T で示される地理的隔離(図 2)がそれぞれ成立してからは、それにより分岐した個体群間で境界をまたいだ種子や花粉の往来はなかったとする。

4



- ① 境界 R, S, T の順に地理的隔離が起こった。
- ② 境界 T, S, R の順に地理的隔離が起こった。
- ③ 広域分布しなくなって以降、地点 K と地点 L に生育する個体の祖先が一つの遺伝子プールを構成したことはない。
- ④ 広域分布しなくなって以降、地点 J と地点 K に生育する個体の祖先が一つの遺伝子プールを構成したことはない。

生 物

問 5 下線部(e)に関連して、高山植物の多くは昆虫によって花粉が運ばれ、結実する。高山植物 Y は雪の下で越冬し、雪解けの後、地上部を成長させて開花する。気候の変動が昆虫の活動の変化と高山植物の結実に与える影響を調べるため、10年間毎年、その年の雪解け日、高山植物 Y の開花日と結実率、および高山植物 Y の花粉を運ぶ昆虫 Z が初めて出現した日を調べたところ、図 4・図 5 の結果が得られた。これらの結果から考えられることとして**適当でないもの**を、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

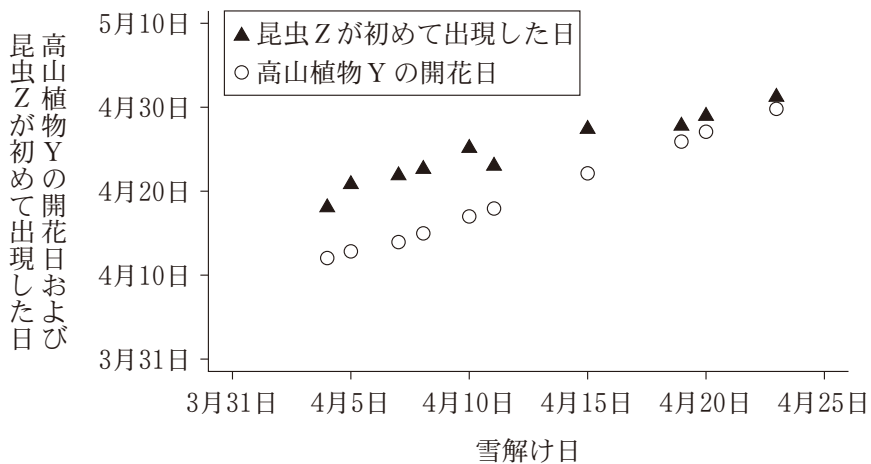


図 4

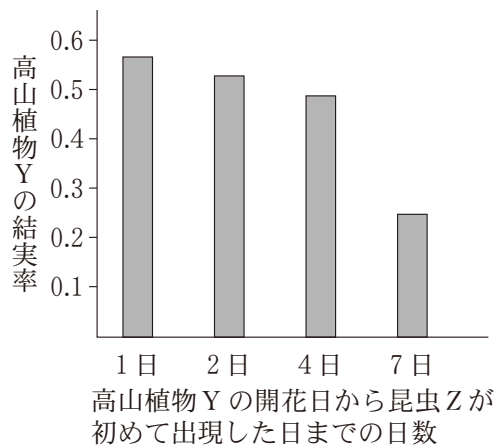


図 5

- ① 高山植物 Y の開花日と昆虫 Z の最初の出現日の差が小さいほど、高山植物 Y の結実率は高くなる。
- ② 雪解け日が高いほうが、昆虫 Z が初めて出現する日は早い。
- ③ 雪解け日が高いほうが、高山植物 Y が開花してから昆虫 Z が出現するまでの日数は長い。
- ④ 雪解け日が高いほうが、高山植物 Y の開花日は早い。
- ⑤ 雪解け日が高いほうが、高山植物 Y の結実率は高くなる。

生 物

第 2 問 植物による窒素の利用と窒素循環に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 20)

窒素(N)は生物に不可欠な元素であり、陸上の生態系では、植物は土壤中の無機窒素[アンモニウムイオン(NH_4^+)や硝酸イオン(NO_3^-)]を根から吸収してアミノ酸を合成し、これを使って成長に必要な全ての^(a)有機窒素化合物を合成する。植物の枯死体や動物の遺体(遺骸)や排出物に含まれる有機窒素化合物は、菌類や細菌によって NH_4^+ に分解される。土壤中の NH_4^+ は、^(b)2種類の硝化菌の働きで NO_3^- に変えられる(硝化)。^(c)こうしてつくられた土壤中の NH_4^+ や NO_3^- は、再び植物に利用される。

問 1 下線部(a)について、次の化合物①~③のうち、窒素を含む化合物はどれか。それを過不足なく含むものを、後の④~⑦のうちから一つ選べ。 6

- ① チミン
- ② アルギニン
- ③ セルロース

- ④ ①
- ⑤ ②
- ⑥ ③
- ⑦ ①, ②
- ⑧ ①, ③
- ⑨ ②, ③
- ⑩ ①, ②, ③

問 2 下線部(b)について、次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 **7**

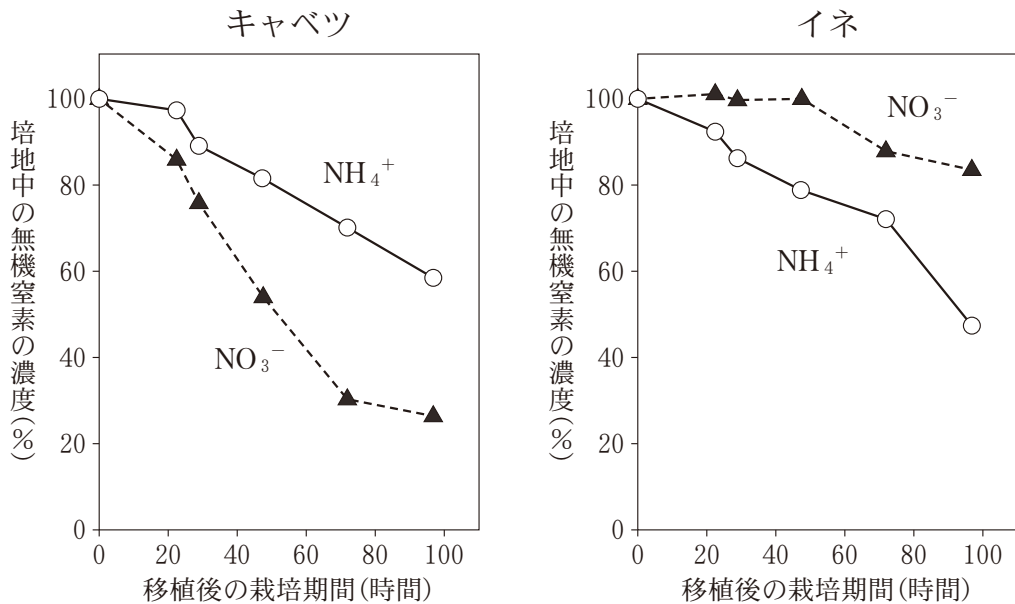
土壌中の NH_4^+ は、まず **ア** の働きで酸化され、引き続き **イ** の働きで酸化されて NO_3^- となる。これらの過程には **ウ** が必要なため、**ウ** 濃度が低い土壌環境では NH_4^+ は硝化されにくい。

	ア	イ	ウ
①	亜硝酸菌	硝酸菌	N_2
②	亜硝酸菌	硝酸菌	O_2
③	硝酸菌	亜硝酸菌	N_2
④	硝酸菌	亜硝酸菌	O_2

生 物

問 3 下線部(C)に関連して、植物の成長量は利用可能な無機窒素の種類によって異なることが知られている。キャベツとイネの無機窒素の吸収速度を比較するため、実験1を行った。後の(1)・(2)に答えよ。

実験1 キャベツとイネそれぞれを24日間栽培した後、 NH_4^+ と NO_3^- の両方を同濃度で含む水溶液培地を入れたポットに、1ポット当たりキャベツあるいはイネを2個体ずつ移植し、栽培を続けた。移植後、水溶液培地を採取して、培地中に残されている無機窒素の濃度を調べたところ、図1の結果が得られた。なお、栽培期間を通じて、根のみを培地に浸し、地上部は培地に接しないよう栽培した。また、培地と植物に微生物の混入はないものとする。



注：縦軸は、移植直前の濃度を100%としたときの相対値。

図 1

- (1) 実験1の結果についての記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 移植後40時間まで、キャベツとは異なり、イネは NO_3^- をほとんど吸収しない。
- ② 移植後40時間まで、イネとは異なり、キャベツは NH_4^+ をほとんど吸収しない。
- ③ 移植後80時間までに、キャベツとイネは1個体当たりほぼ同量の NO_3^- を吸収する。
- ④ 移植後100時間までに、1個体が吸収する無機窒素の総量は、キャベツよりイネのほうが多い。

- (2) 実験1の結果から、(i)水田のような水に覆われた土壤中では硝化が抑えられ、(ii)このような土壤環境に適応したイネは NO_3^- より NH_4^+ を効率的に吸収して利用する、という二つの仮説を立てた。これらの仮説を検証するための実験として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

9

- ① 水田用地にアンモニウム塩を投与した後、水を張った水田用地と水を張らなかった水田用地(ともに植物は栽培しない)の土壤に含まれる NH_4^+ と NO_3^- の量がどのように変動するか調べる。
- ② 無機窒素源として NH_4^+ のみを含む培地と、 NO_3^- のみを含む培地でイネを栽培し、根からの NH_4^+ と NO_3^- の吸収速度を調べる。
- ③ 無機窒素源として NH_4^+ のみを含む培地と、 NO_3^- のみを含む培地でイネを栽培し、成長量を比較する。
- ④ 無機窒素源として NH_4^+ のみを含む培地と、 NO_3^- のみを含む培地でイネを栽培し、個体に含まれるアミノ酸の量を比較する。

生 物

問 4 根で吸収された栄養素は道管を通して地上部に輸送される。根で吸収された NH_4^+ 、 NO_3^- それぞれが植物体のどこでアミノ酸に同化されるか調べるため、実験 2 を行った。

実験 2 無機窒素源として、 NH_4^+ のみを含む水溶液培地、あるいは NO_3^- のみを含む水溶液培地で、オオムギを栽培した。栽培 20 日後、 NH_4^+ のみを含む培地で栽培した植物を $^{15}\text{NH}_4^+$ のみを含む培地に、 NO_3^- のみを含む培地で栽培した植物を $^{15}\text{NO}_3^-$ のみを含む培地に移植した。移植 8 時間後に道管を流れる液(以下、道管液)を地上部の基部から採取して、無機窒素とアミノ酸に含まれる ^{15}N の量を調べたところ、図 2 の結果が得られた。なお、水溶液培地中の無機窒素の濃度は全て同じとした。また、根のみを水溶液培地に浸し、地上部は培地に接しないように移植した。

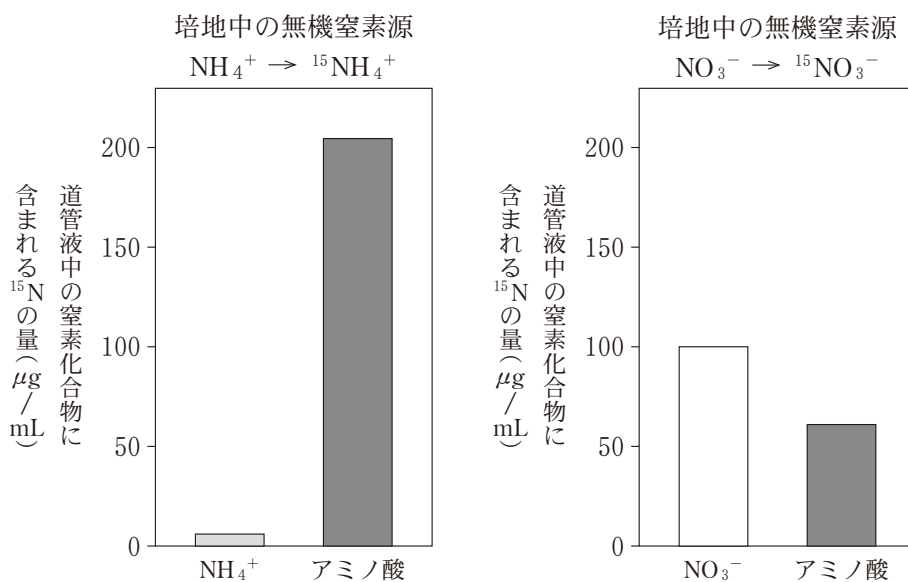


図 2

実験 2 の結果についての記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

10

- ① 吸収された NO_3^- は，ほぼ全て地上部に送られ，地上部で同化される。
- ② 吸収された NH_4^+ は，ほぼ全て地上部に送られ，地上部で同化される。
- ③ 吸収された NO_3^- は，ほぼ全て根で同化される。
- ④ 吸収された NH_4^+ は，ほぼ全て根で同化される。

生 物

第 3 問 神経の発生に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。

(配点 20)

(a) 脊椎動物の脊髄は、胚発生過程で外胚葉性の組織である神経管から形成される。 神経管内には様々な(b) ニューロンが分化する。

問 1 成体の脊髄に関する記述として適当なものを、次の①~⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ・

- ① 脊髄では外側が白質、内側が灰白質となっており、内外の位置関係が大腦とは逆である。
- ② 脊髄の白質にはニューロンの細胞体が集まり、灰白質には神経繊維が集まっている。
- ③ 受容器からの刺激は、常に脊髄と大腦を経て効果器に伝わる。
- ④ 脊髄を通る感覚神経は、脊髄の背根を通して中枢神経系に興奮を伝える。
- ⑤ 脊髄の灰白質では、感覚ニューロンどうしがシナプスを形成している。
- ⑥ 脊髄の腹根には、中枢神経系の神経繊維が通っている。

問 2 下線部(a)に関連して、脊椎動物の胚発生過程では、図 1 に示すように、神経前駆細胞を含む神経板から神経管がつくられ、その最も腹側の部分に底板ていばんと呼ばれる細胞群が分化する。また、神経管の腹側に隣接して、神経管とは別の組織の脊索がある。神経板の神経前駆細胞から神経管のニューロン A への分化における、脊索または底板の役割を調べるため、実験 1 を行った。その結果から考えられる、脊索と底板の働きに関する記述として最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。

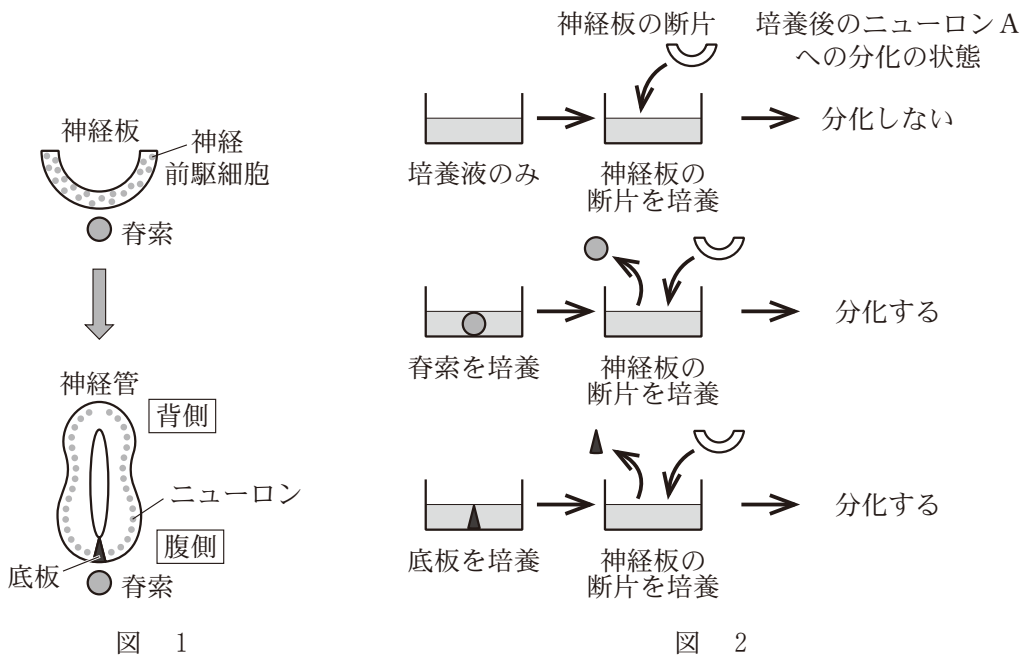


図 1

図 2

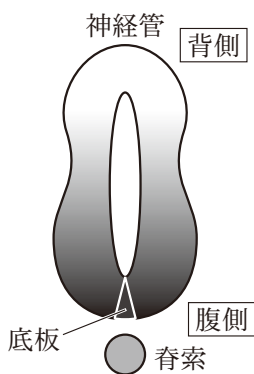
実験 1 図 2 に示すように、ニワトリ胚から単離した神経板の断片を培養したところ、ニューロン A は分化しなかった。次に、単離した脊索または底板を培養し、培養後に脊索または底板を取り除いた培養液に、神経板の断片を入れて培養したところ、どちらもニューロン A へ分化した。

- ① 神経前駆細胞のニューロン A への分化には、底板細胞が神経板と共存することが必要である。
- ② 神経前駆細胞のニューロン A への分化には、脊索が神経板と共存することが必要である。
- ③ 神経前駆細胞のニューロン A への分化には、底板から分泌される物質の脊索を介した作用が必要である。
- ④ 神経前駆細胞のニューロン A への分化には、脊索または底板から分泌される物質の作用が必要である。

生 物

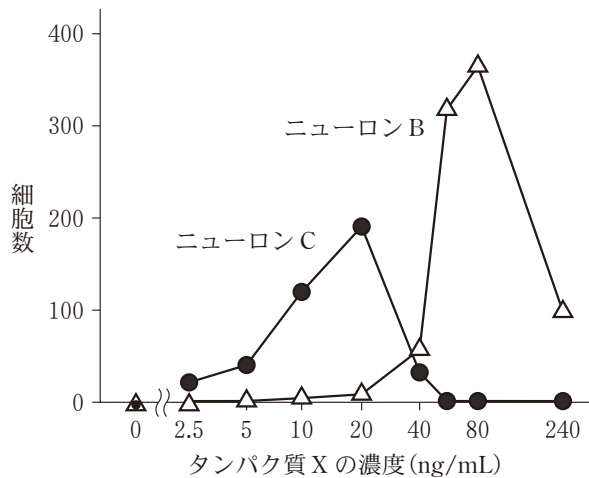
問 3 同じく下線部(a)に関連して、タンパク質 X は神経管の底板細胞で合成され、細胞外に分泌され神経管内を背側に向かって拡散し、図 3 に示すような濃度勾配を形成し、ニューロンの分化を誘導する。神経前駆細胞から、異なる 2 種類のニューロンである、ニューロン B とニューロン C への分化に対するタンパク質 X の役割を調べるため、**実験 2** を行った。ただし、この実験では、培養した神経板と、胚の神経板および神経管で、タンパク質 X はニューロンへの分化に対して、同様に作用するものとする。**実験 2** の結果から考えられることとして最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 14

実験 2 同じ細胞数の神経前駆細胞からなるニワトリ胚の神経板の断片を、いろいろな濃度のタンパク質 X の存在下で培養すると、神経前駆細胞は増殖しながらニューロンに分化し、細胞塊を形成した。その細胞塊の中のニューロン B とニューロン C の細胞数を計測したところ、図 4 の結果が得られた。ただし、ニューロンへの分化に対して、タンパク質 X 以外の因子の関与は考慮しないものとする。また、タンパク質 X の濃度は底板の周辺で 240 ng/mL、神経管の最も背側では 0 ng/mL になっており、ニューロンへの分化が始まる前の神経管内で、神経前駆細胞は均一に分布しているものとする。



注：灰色の濃さは、神経管内のタンパク質 X の濃度を示す。

図 3



注：横軸は、対数表示。

図 4

- ① 培養実験で、タンパク質 X が 2.5 ng/mL 以上のとき、培養後の細胞塊に、ニューロン B とニューロン C のどちらも含まれない場合がある。
- ② 培養実験で、ニューロン B とニューロン C へのそれぞれの分化に対するタンパク質 X の最適な濃度で、ニューロン B より多くのニューロン C が分化する。
- ③ 培養実験で、どの濃度のタンパク質 X でも、ニューロン B とニューロン C が同時に分化することはない。
- ④ ニューロンへの分化が起こった後の神経管内で、ニューロン B の総細胞数とニューロン C の総細胞数は同じである。
- ⑤ ニューロンへの分化が起こった後の神経管内で、ニューロン B の細胞集団は、ニューロン C の細胞集団に比べて、より腹側に位置している。

問 4 下線部(b)について、静止電位状態のニューロンでは、カリウムチャネルとナトリウムポンプの働きによって、カリウムイオン(K^+)の細胞内外での濃度は異なっている。カリウムチャネルまたはナトリウムポンプによる K^+ の流れの方向の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

15

	カリウムチャネルによる K^+ の流れの方向	ナトリウムポンプによる K^+ の流れの方向
①	細胞の内側から外側	ナトリウムポンプに K^+ は流れない
②	細胞の内側から外側	細胞の内側から外側
③	細胞の内側から外側	細胞の外側から内側
④	細胞の外側から内側	ナトリウムポンプに K^+ は流れない
⑤	細胞の外側から内側	細胞の内側から外側
⑥	細胞の外側から内側	細胞の外側から内側

生 物

第 4 問 植物の光環境への応答に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。(配点 20)

(a) 光は、動物にとっても植物にとっても、重要な環境要因の一つである。なかでも植物は、フィトクロムやフォトトロピンなどの光受容体によって光環境の変化を感知し、発生や成長などの応答を調節している。これらの光受容体はタンパク質でできており、それぞれ吸収する光の波長が異なり、光を吸収すると構造が変化する。この構造変化は情報として伝わり、特定の(b) 遺伝子の発現に影響を与えることで、植物はそれぞれの光環境の変化に応答している。光受容体の中には、幅広い波長の光を吸収できるものや、(c) 遺伝子発現の調節に直接関わるものも知られている。

問 1 下線部(a)に関連して、光に対する生物の応答や反応に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

16

- ① ヒトの眼の網膜に並んでいる視細胞のうち、桿体細胞^{かんたい}は視物質(感光物質)としてロドプシンを含み、光の波長の区別に関わる。
- ② 酸化的リン酸化の過程では、光エネルギーを用いてATPが合成される。
- ③ 植物の光合成は、チラコイドにおける電子伝達とストロマにおける炭酸同化から構成され、その両方の過程に光が必要とされる。
- ④ 連続した暗期の長さが一定時間より長くなると花芽が形成される植物を、短日植物という。
- ⑤ 一部の植物において、種子の発芽は光によって促進され、赤色光を吸収してPr型になったフィトクロムが、この応答を引き起こす。

問 2 下線部(b)に関連して、真核生物における遺伝子発現やその調節に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17

- ① 密に折りたたまれたクロマチンでは、転写を開始することができない。
- ② RNA ポリメラーゼは、DNA の 2 本鎖のうち、生成される mRNA と同じ塩基配列を持つ鎖を鋳型として、その情報を写し取る。
- ③ 転写によってできた RNA のイントロン領域は、核内においてスプライシングによって取り除かれる。
- ④ リボソームには、RNA とタンパク質の両方が含まれている。
- ⑤ 一つの遺伝子から、異なるタンパク質がつくられることがある。

生 物

問 3 下線部(C)に関連して、ある植物 S は光照射下で枝分かれ(以下、分枝^{ぶんし})しながら活発に成長することが知られており、この植物 S が持つタンパク質 A は、そのアミノ酸配列の情報から、光の吸収と感知に関わる領域と、DNA に結合する領域の両方を持つタイプの光受容体であると推定された。このタンパク質 A の機能を調べるため、実験 1～3 を行った。後の(1)・(2)に答えよ。

実験 1 野生型の植物 S に白色光または青色光を照射したところ、分枝が誘導されたが、赤色光または緑色光では誘導されなかった。他方、タンパク質 A の働きを失った変異体に同様に光を照射したところ、どの色の光でも分枝は起こらなかった。

実験 2 図 1 に示すような、タンパク質 A の全体、あるいは一部の領域のみを持つポリペプチド A 1・ポリペプチド A 2 を用いて、暗所で特定の塩基配列を持つ DNA との結合を調べたところ、タンパク質 A とポリペプチド A 1 は DNA に結合したが、ポリペプチド A 2 は DNA に結合しなかった。

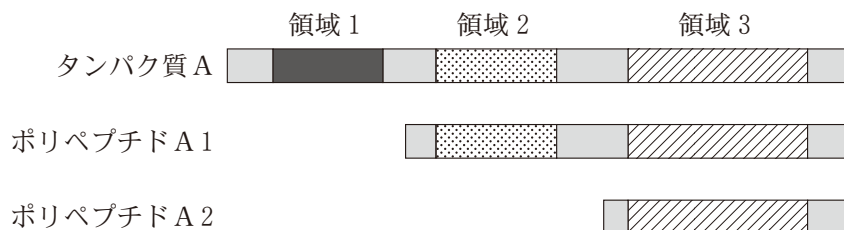
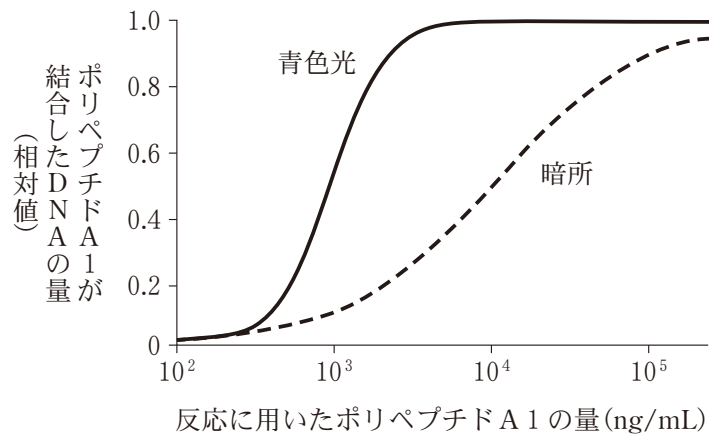


図 1

実験 3 実験 2 において DNA との結合が確認されたポリペプチド A 1 を用いて、試験管内で DNA と混合したのち、青色光下または暗所で 5 分間静置し、ポリペプチド A 1 が結合した DNA の量を調べたところ、図 2 の結果が得られた。



注：縦軸は、青色光下で最も高い値を 1 としたときの相対値。

図 2

生 物

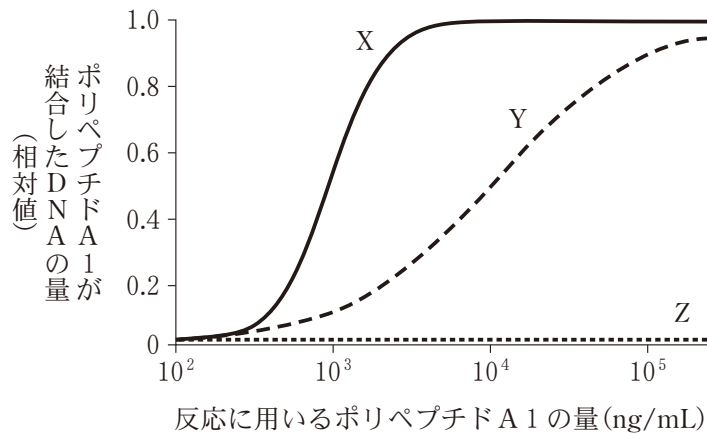
- (1) 実験 1～3 の結果について考察した次の文章中の に入る語句として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選び、 に入る語句として最も適当なものを、後の⑤～⑧のうちから一つ選べ。

ア ・ イ

タンパク質 A は青色光を認識し、分枝による成長を制御する光受容体であることが予想される。また、このタンパク質 A は を介して DNA に結合し、分枝を促進する遺伝子の発現過程において、青色光に依存して する因子として、遺伝子発現の調節に直接関わる光受容体であると考えられる。

- ① 領域 1
- ② 領域 2
- ③ 領域 3
- ④ 領域 1～3 の全て
- ⑤ 転写を促進
- ⑥ 転写を抑制
- ⑦ 翻訳を促進
- ⑧ 翻訳を抑制

(2) 実験 3 の結果から、「タンパク質 A は、5 分以内の青色光下または暗所で
の処理により可逆的に構造が変化し、DNA への結合の強さが変わる」という
仮説を立てた。この仮説を検証するため、実験 3 と同様に、ポリペプチド A 1
と DNA とを試験管内で混合したのち、いくつかの光条件でそれぞれ静置
し、ポリペプチド A 1 が結合した DNA の量を調べる実験を計画した。上の
仮説が正しかった場合、後の条件①～③のうち、ポリペプチド A 1 と DNA
との結合が、図 3 のグラフで曲線 Y のようになると考えられる光条件とし
て適当なものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の①～⑦のうちか
ら一つ選べ。 20



注：縦軸は、X の曲線で最も高い値を 1 としたときの相対値。

図 3

- ① 暗所 10 分間
- ② 暗所 5 分間の後、青色光 5 分間
- ③ 青色光 5 分間の後、暗所 5 分間

- ④ ① ② ③
- ⑤ ①, ② ⑥ ②, ③
- ⑦ ①, ②, ③

生 物

第 5 問 生物どうしの相互作用に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。(配点 20)

生物は^(a)互いに関わり合う関係の中で生きている。その関係には、資源をめぐる^(b)競争や、双方が密接な結びつきを持ちながら利益を得る^(c)相利共生などがある。

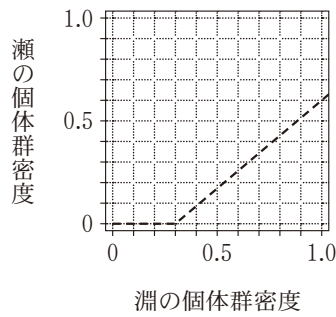
問 1 下線部(a)に関連して、自然界における生物間でみられる関係の説明として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 21

- ① 種間競争は動物の間のみならず、植物の間でも生じる。
- ② 種内競争によって競争的排除が起こり、一方の個体群が排除される。
- ③ 動物と植物の間でのみ、捕食者と被食者の関係が成り立つ。
- ④ 多種の生物による捕食-被食関係を表す食物網に、生産者は含まれない。

問 2 下線部(b)に関連して、河川に生息する魚類では、生活空間や食物などの資源をめぐる競争が生じている。次の(1)・(2)に答えよ。

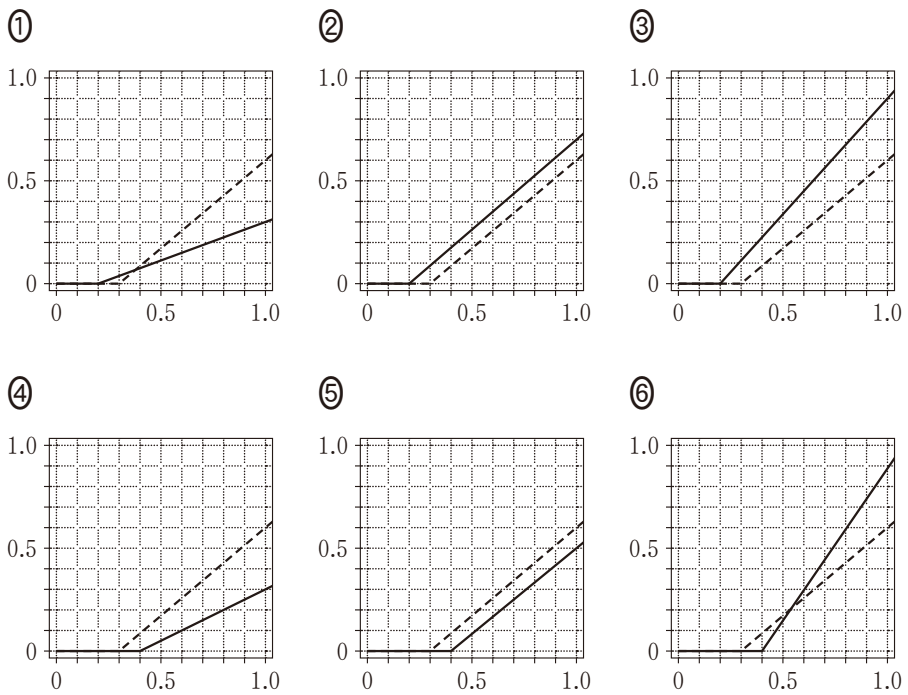
(1) 河川には、水深が浅く流れの速い瀬と、水深が深く流れの遅い^{ふち}淵がある。魚類の個体群密度は瀬と淵で異なり、それぞれの個体は利益が最大になるように、この二つの生活空間を選択している。複数の瀬と淵を含むある河川の流域 X において、近接する瀬と淵におけるイワナの個体群密度の関係は、通常の間は、図 1 の破線のようになるとする。

ある年の夏、熱波の影響で瀬の環境は大きく変化した。瀬の水量が減少してイワナの生活空間は縮小し、環境収容力は低下した。瀬の水質も悪化し、イワナの個体群密度の上昇に伴う不利益は増した。このとき、瀬と淵におけるイワナの個体群密度の関係は、どのように変化すると考えられるか。その関係を実線で図示した場合に最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。なお、淵の環境に変化はなく、近接する瀬と淵の間を移動する労力(コスト)はかからないものとする。 22



注：個体群密度は、 1 m^2 当たりのイワナの個体数。

図 1



注：横軸は、淵の個体群密度、縦軸は、瀬の個体群密度を示す。
 個体群密度は、 1 m^2 当たりのイワナの個体数。
 破線は、図 1 の破線を示す。

生 物

(2) ある河川の流域 Y において、外来生物のニジマスが移入されると、在来生物のオショロコマとの間に食物をめぐる競争が生じた。ニジマスの移入前と、ニジマスが移入されてから 6 週間後(以下、移入後)に、流域 Y に生息する動物の主な食物を調べたところ、表 1 の結果が得られた。ニジマスの移入後の川底の藻類、水生昆虫が羽化して水中から出た成虫(以下、水生昆虫の成虫)、陸生のアシナガグモの現存量は、ニジマスの移入前と比べて、それぞれどのように変化したと考えられるか。予測される結果の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 23

表 1

動物の種類	主な食物	
	ニジマスの移入前	ニジマスの移入後
ニジマス	——	水面に落下した陸生昆虫
オショロコマ	水面に落下した陸生昆虫	水生昆虫の幼虫
水生昆虫の幼虫	藻 類	藻 類
アシナガグモ	水生昆虫の成虫	水生昆虫の成虫

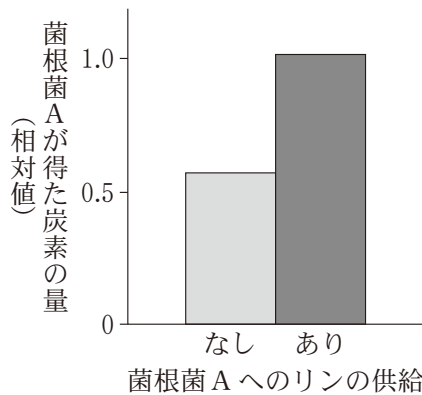
	藻 類	水生昆虫の成虫	アシナガグモ
①	+	+	+
②	+	+	-
③	+	-	+
④	+	-	-
⑤	-	+	+
⑥	-	+	-
⑦	-	-	+
⑧	-	-	-

注：+は増加したことを，-は減少したことを示す。

生 物

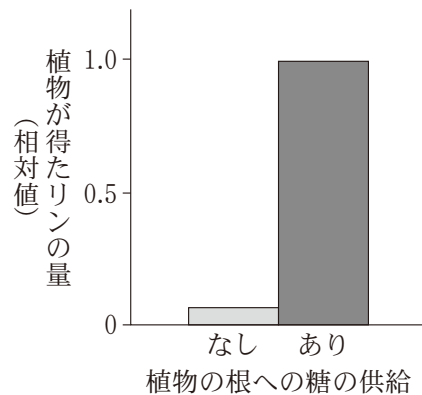
問 3 下線部(C)に関連して、植物とその根に共生する菌根菌の間では、植物は光合成で得た有機物を菌根菌に、菌根菌は菌糸(細胞が細く連なった菌根菌の本体)により土壤中から吸収した無機塩類を植物に、互いに与える関係がみられる。次の(1)・(2)に答えよ。

(1) 培地上で植物の根を培養し、菌根菌 A と共生させる実験を行った。この実験では、菌根菌にのみリンを、植物の根にのみ糖を供給する条件とした。菌根菌 A に供給するリンの量と植物の根に供給する糖の量を変えることで、これらの中で栄養分のやり取りがどのように変化するかを調べたところ、図 2・図 3 の結果が得られた。なお、植物の根は菌根菌からのみリンを、菌根菌は植物の根からのみ炭素を得られる条件とした。



注：縦軸は、菌根菌 A にリンを供給した場合の値を 1 としたときの相対値。

図 2



注：縦軸は、植物の根に糖を供給した場合の値を 1 としたときの相対値。

図 3

図 2・図 3 の結果を説明した次の文章中の ・ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

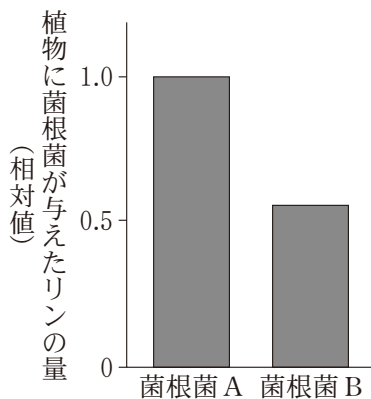
植物の根は、より リンを与える菌根菌 A に、より多くの炭素を与えていたと考えられる。菌根菌 A は、より 糖を与える植物の根に、より多くのリンを与えていたと考えられる。

	ア	イ
①	多くの	多くの
②	多くの	少ない
③	少ない	多くの
④	少ない	少ない

生 物

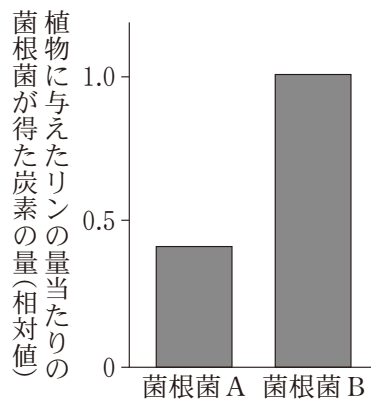
- (2) 培地上で植物の根を培養し、菌根菌 A もしくは別種の菌根菌 B と共生させる実験を行った。この実験でも、菌根菌にのみリンを、植物の根にのみ糖を供給し、植物の根は菌根菌からのみリンを、菌根菌は植物の根からのみ炭素を得られる条件とした。植物の根と菌根菌 A もしくは菌根菌 B との栄養分のやり取りを調べたところ、図 4・図 5 の結果が得られた。図 4・図 5 の結果の説明として最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。

25



注：縦軸は、菌根菌 A の値を 1 としたときの相対値。

図 4



注：縦軸は、菌根菌 B の値を 1 としたときの相対値。

図 5

- ① 植物の根は、競争的排除により菌根菌 B を駆逐する。
- ② 植物の根は、菌根菌 B とは相利共生の関係にはない。
- ③ 菌根菌が植物の根に与えたリンの量は、菌根菌 B よりも菌根菌 A のほうが少ない。
- ④ 菌根菌が植物の根に与えたリンの量に対して得られる炭素の量は、菌根菌 A よりも菌根菌 B のほうが少ない。
- ⑤ 植物の根は、菌根菌 B よりも菌根菌 A と共生したほうが、より少ない炭素を与えることでより多くのリンを得られる。