

2014 年度 入学 試験 問題

生 物

(試験時間 13:15~14:45 90分)

- この問題は、入学願書提出時に選択した科目の問題です。科目名を確認のうえ、解答してください。
- 問題は、I~VIまであります。そのうちVとVIはどちらか1題を選択して解答してください。選択した問題には解答用紙の設問番号の右側の選択欄に○を記入してください。(○の記入がない場合は採点の対象となりませんので注意してください。)
なお、2題すべてに○を記入した場合は、VとVIの解答はすべて無効となります。

(記入例)

V	選 択	○
---	-----	---

- 解答用紙は、記述解答用紙とマーク解答用紙の2種類がありますので注意してください。
- 解答は、必ず解答欄に記入してください。なお、解答欄以外に書くと無効となりますので注意してください。
- 解答は、HBの鉛筆またはシャープペンシルを使用し、訂正する場合は、プラスチック製の消しゴムを使用してください。特に、マーク解答用紙には鉛筆のあとや消しくずを残さないでください。また、折りまげたり、汚したりしないでください。記述解答用紙の下敷きにマーク解答用紙を使用することは絶対にさけてください。
- 解答用紙には、受験番号と氏名を必ず記入してください。
- マーク解答用紙の受験番号および受験番号のマーク記入は、コンピュータ処理上非常に重要なので、誤記のないよう特に注意してください。

問題Ⅰの解答は、マーク解答用紙の指定された欄にマークしなさい。問題Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ, Ⅵの解答は、記述解答用紙の解答欄に答えなさい。ただし、問題ⅤとⅥは、どちらか一方のみを解答しなさい。両方に解答した場合は、採点の対象になりませんので、注意してください。

Ⅰ 以下のA～Cの設問に答えなさい。(30点)

A 以下の問い(1)～(10)に答えなさい。

(1) 一般的な体細胞分裂にはなく、卵割のときに見られる特徴を記述したものは以下のうちどれか。1つ選び、記号をマークしなさい。

[解答群]

- (a) 1つの細胞分裂から次の細胞分裂までの間隔が長い。
- (b) 紡錘体が出現しない。
- (c) DNAの複製が起こらない。
- (d) 細胞の分裂後、細胞が互いに接着しない。
- (e) 細胞の分裂後、細胞が肥大しない。

(2) 解答群に示す動物のうち、等黄卵を持つものを1つ選び、記号をマークしなさい。

[解答群]

- (a) トノサマバツタ (b) イトマキヒトデ (c) ヒメマス
- (d) アカハライモリ (e) ニワトリ

- (3) 初期発生に関する実験と結果を記述した以下の文章のうち、適切でないものを1つ選び、記号をマークしなさい。

[解答群]

- (a) クシクラゲの受精卵において、動物極側の表層部分を切り落とすと、くし板を持たない幼生が生じる。
- (b) 4細胞期のクシクラゲ胚において、それぞれの細胞を分離すると、4列のくし板を持つ幼生が生じる。
- (c) 2細胞期のカエル胚において、片方の割球のDNAを破壊し分裂を止めさせると、未処理の割球から体の半分に相当する胚が得られる。
- (d) 2細胞期のカエル胚において、割球を分離して発生を続けさせると、完全な胚が2つ得られる。
- (e) 胞胚期のカエル胚において、動物極側の1/3程度の領域を切り取って、そのまま培養すると、表皮様の組織塊が生じる。
- (4) 卵割の様式を表1のように分類したとき、ウニ卵の第1卵割から第4卵割まではそれぞれどの様式にあてはまるか、適切なものを1つ選び、記号をマークしなさい。ただし、経割とは動物極と植物極を通る面に沿って起こる卵割を指し、緯割とは赤道面またはそれに平行な面に沿って起こる卵割を指す。

表1 卵割の様式

(あ)	経割で等割
(い)	経割で不等割
(う)	緯割で等割
(え)	緯割で不等割

[解答群]

	第1卵割		第2卵割		第3卵割		第4卵割
(a)	(あ)	→	(う)	→	(あ)	→	(あ) および (う)
(b)	(う)	→	(あ)	→	(あ)	→	(あ) および (え)
(c)	(あ)	→	(あ)	→	(う)	→	(あ) および (え)
(d)	(あ)	→	(あ)	→	(え)	→	(あ) および (う)
(e)	(う)	→	(あ)	→	(あ)	→	(あ) および (う)

- (5) 卵割の様式を上設問(4)の表1のように分類したとき、カエル卵の第1卵割から第4卵割まではそれぞれどの様式にあてはまるか、適切なものを1つ選び、記号をマークしなさい。

[解答群]

	第1卵割		第2卵割		第3卵割		第4卵割
(a)	(あ)	→	(う)	→	(あ)	→	(い)
(b)	(う)	→	(あ)	→	(あ)	→	(あ)
(c)	(あ)	→	(あ)	→	(う)	→	(い)
(d)	(あ)	→	(あ)	→	(え)	→	(あ)
(e)	(う)	→	(あ)	→	(う)	→	(あ)

- (6) カエルの発生において、受精卵から尾芽胚に至る過程として適切なものを1つ選び、記号をマークしなさい。

[解答群]

- (a) (受精卵) → 胞 胚 → 桑実胚 → 原腸胚 → 神経胚 → (尾芽胚)
 (b) (受精卵) → 胞 胚 → 原腸胚 → 桑実胚 → 神経胚 → (尾芽胚)
 (c) (受精卵) → 桑実胚 → 胞 胚 → 原腸胚 → 神経胚 → (尾芽胚)
 (d) (受精卵) → 桑実胚 → 胞 胚 → 神経胚 → 原腸胚 → (尾芽胚)
 (e) (受精卵) → 原腸胚 → 桑実胚 → 胞 胚 → 神経胚 → (尾芽胚)

- (7) 脊椎動物の心臓に関する以下の文章のうち、誤った記述を1つ選び、記号をマークしなさい。

[解答群]

- (a) メダカの心臓は1心房1心室である。
- (b) カエル（成体）の心臓は1心房1心室である。
- (c) トカゲの心臓は2心房1心室である。
- (d) アヒルの心臓は2心房2心室である。
- (e) ヒトの心臓は2心房2心室である。

- (8) 脊椎動物の老廃物の排出に関する以下の文章のうち、誤った記述を1つ選び、記号をマークしなさい。

[解答群]

- (a) メダカはアンモニアをそのまま排出する。
- (b) カエル（成体）はアンモニアを尿酸に変換して排出する。
- (c) トカゲはアンモニアを尿酸に変換して排出する。
- (d) アヒルはアンモニアを尿酸に変換して排出する。
- (e) ヒトはアンモニアを尿素に変換して排出する。

- (9) 以下の語群に挙げる10種の細胞・組織のうち、内胚葉由来のものはいくつあるか、その数字をマークしなさい。

[語群]

網膜 角膜 小脳 肝細胞 大腸の上皮細胞
白血球 心臓 脊髄 輸尿管 真皮

- (10) 上の設問(9)の語群に挙げた10種の細胞・組織のうち、中胚葉由来のものはいくつあるか、その数字をマークしなさい。

B 以下の問い(1)および(2)に答えなさい。

(1) 以下の(i)~(v)に示した動物の行動を何とよぶか。適切なものを1つ選び、記号をマークしなさい。

- (i) くり返して起こる無害な刺激を無視するようになる。
- (ii) 誤りをくり返しながらかつて正しい方法を習得する。
- (iii) ヒグマは晩秋に冬眠に入る。
- (iv) サケが川でふ化して間もない時期にその川を特定する記憶を得て、海で成長したのちに産卵のために自分の産まれた川にもどる。
- (v) べん毛を持ち水中を遊泳するある種の細菌は、餌となる化学物質を検知して、その物質の濃度が高いところに集まる。

[解答群]

- (a) 知能行動 (b) 試行錯誤 (c) 条件づけ (d) 刷込み
- (e) 慣れ (f) 誘導 (g) 走性
- (h) 生物時計 (生物リズム)

(2) 以下の説明文を読んで、問い(i)および(ii)に答えなさい。

図1は、イトヨ(トゲウオの一種)の生殖行動を説明したものである。雄が作った巣の近くに姿を現した雌の、卵でふくらんだ腹部が(ア)となって、雄はジグザグダンスをする。この(イ)が相手の次の行動の(ア)となり、矢印の順でつぎつぎと行動が引き起こされる。

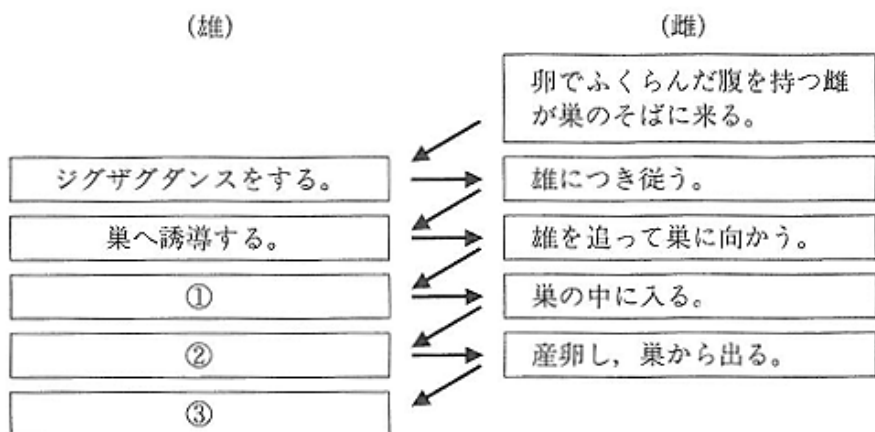


図1 イトヨの生殖行動

- (i) 上の説明文の (ア) と (イ) にもっともよくあてはまるものを、それぞれ1つ選び、記号をマークしなさい。

[解答群]

- (a) 追従行動 (b) 学習行動 (c) 求愛行動 (d) 適刺激
 (e) かぎ刺激 (f) 反 射 (g) フィードバック

- (ii) 図1の①～③にもっともよくあてはまる行動を、それぞれ1つ選び、記号をマークしなさい。

[解答群]

- (a) 雌の尾部をつつく (b) 巣に水を送り込む
 (c) 巣の中に入り、放精する (d) フェロモンを出す
 (e) 他の繁殖期の雄を攻撃する (f) 巣の入口を示す

C 以下の問い(1)~(5)の記述について、正誤の組み合わせが正しいものを解答群の中から1つ選び、マークしなさい。

(1)

- (ア) 種子植物の分裂組織は全て、茎の先端と根の先端にある。
- (イ) 道管は被子植物に、仮道管は裸子植物に見られる。
- (ウ) 種子植物の根では、師部がもっとも中心にある。
- (エ) 植物の分裂組織の細胞では、細胞壁が厚く、液胞が小さい。

(2)

- (ア) 根毛は根毛細胞から伸びる。
- (イ) 被子植物の師管は死細胞であるが、裸子植物の師管は生細胞である。
- (ウ) 根で吸収される水は、表皮と皮層では細胞間を通るが、内皮では細胞内を通る。
- (エ) さく状組織、海綿状組織、貯蔵組織は柔組織である。

(3)

- (ア) エントウは無胚乳種子を持つ。
- (イ) 花成ホルモンは葉原基で合成される。
- (ウ) 裸子植物の胚乳核の核相は n であり、被子植物の胚乳核の核相は $2n$ である。
- (エ) 限界暗期より短い暗期を与えることを長日処理という。

(4)

- (ア) 分泌腺の分泌細胞は上皮組織に、繊維芽細胞は結合組織に属する。
- (イ) 網膜の視細胞と色素細胞は上皮組織に、連絡細胞と視神経細胞は神経組織に属する。
- (ウ) 外分泌腺の腺細胞は上皮組織に、内分泌腺の腺細胞は神経組織に属する。
- (エ) 胃、小腸、大腸、肝臓、すい臓、腎臓は消化系に属する。

(5)

(ア) ヒトの網膜の黄斑には錐体細胞が、その周りにはかん体細胞が多く分布している。

(イ) 骨格筋と心筋は横紋筋であるが、骨格筋は多核であり、心筋は単核である。

(ウ) 音は、鼓膜の振動が3つの耳小骨によって大きく3つの周波数領域に分けられ、別々に内耳のうずまき管に伝えられる。

(エ) 脊椎動物の神経系は、中枢神経系と自律神経系の二つに大別される。

[解答群]

選択肢	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	選択肢	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(a)	○	○	○	○	(i)	×	○	○	○
(b)	○	○	○	×	(j)	×	○	○	×
(c)	○	○	×	○	(k)	×	○	×	○
(d)	○	○	×	×	(l)	×	○	×	×
(e)	○	×	○	○	(m)	×	×	○	○
(f)	○	×	○	×	(n)	×	×	○	×
(g)	○	×	×	○	(o)	×	×	×	○
(h)	○	×	×	×	(p)	×	×	×	×

II 以下の文章を読み、問い(1)～(6)に答えなさい。(20点)

生物がふえる方法には、無性生殖と有性生殖とがある。無性生殖の方法として、大腸菌では を行い、ヒドラでは を行う。無性生殖では① 遺伝的に同一の子孫がふえる。一方、有性生殖では、② 生殖細胞とよばれる特別な細胞が減数分裂により作られ、生殖細胞が接合して新たな個体を形成することにより、両親とは異なる遺伝子型をもつ個体が生じる。このように有性生殖は、遺伝的な多様性を生じさせることにより、環境変化への対応や進化に貢献していると考えられている。

科学技術の進歩により、ほ乳類のような高等動物においても、遺伝的にほぼ同一の動物を生じさせる方法がいろいろ開発されている。そのうちの 하나가、核移植である。この方法では、③ あらかじめ核を取り除いた卵細胞に、体細胞の核を移植することにより、④ 核を提供した体細胞とほぼ同じ遺伝子をもつ動物を生じさせる。

- (1) , にもっとも適切な語句を解答欄に書きなさい。
- (2) 下線部①について、遺伝的に全く同じ細胞あるいは個体の集団を何というか答えなさい。
- (3) 下線部②について、減数分裂が体細胞分裂と異なる点を、i)細胞周期について、ii)染色体の挙動についてそれぞれ答えなさい。
- (4) 下線部③について、核を除去あるいは核の機能を破壊する方法を2つ答えなさい。
- (5) 下線部④について、この技術を使って生じた動物は、一卵性の双子から生じる遺伝的に完全に同一の個体同士とは異なり、核を提供した体細胞と遺伝的に同一でない部分がある。どの点が同一でないかを50字以内で説明しなさい。

- (6) $2n = 4$ の染色体をもつ生物において、生殖母細胞が生殖細胞になる過程で染色体がどのように分配されていくかを、2通り図示しなさい。ただし、解答欄の図に示した生殖母細胞の染色体の構成を参照して、第一分裂中期、第二分裂中期、生殖細胞の模式図中にそれぞれ染色体を図示すること。また、生殖母細胞における染色体は A, a, B, b とし、A と a 及び B と b はそれぞれ相同染色体であるとし、染色体の乗換えは起こらないとする。

III 以下の文章を読み、問い(1)～(8)に答えなさい。(20点)

HIV というウイルスが引き起こす病気の治療は、医学的に大きな課題である。
① HIV の遺伝子本体は DNA ではなく RNA であり、また HIV は [ア] 細胞に感染する。

HIV は感染後に、[イ] とよばれる酵素により [ア] 細胞内で自分の RNA と相補的な DNA を合成し、合成された DNA は感染した細胞の染色体に組み込まれる。組み込まれた DNA はプロウイルスとよばれ、このプロウイルスから転写・翻訳が開始されると HIV が細胞内で増殖する。その結果、感染した細胞は破壊され、感染者の免疫能力が低下する。そして細菌、カビ、ウイルスなどに対する抵抗力が著しく低下し、感染者は死にいたることもある。

HIV が最初に感染者の体内に侵入した際、ウイルスの表面を構成するタンパク質(コートタンパク質)が抗原として認識され、[ア] 細胞が活性化される。また、この抗原を特異的に認識する抗体が [ウ] 細胞から作られる。感染後の潜伏期間において、HIV は [ア] 細胞のはたらきなどで増殖が抑制されているが、感染した [ア] 細胞は徐々に死滅する。

HIV の遺伝子では、突然変異が高い頻度で発生する。コートタンパク質の遺伝子に突然変異が起こると、HIV の表面を構成するタンパク質の構造が変化し、変異前のコートタンパク質を認識する抗体や [ア] 細胞は機能しなくなる場合がある。このような背景から、弱毒化した HIV や感染性のない HIV を利用して HIV 感染を予防することも、^④発症を阻止するために他の動物に作らせた抗体を含む成分を利用して HIV の発症を阻止することも行われていない。

- (1) 下線部①の病気の名称を答えなさい。
- (2) 文章中の空欄 [ア] ～ [ウ] にあてはまるもっとも適切な語を解答欄に書きなさい。
- (3) [ア] 細胞が放出する、体液性免疫を活性化する物質は何か、答えなさい。

(4) 下線部②について、感染した細胞が死んでしまうと、なぜ感染者の免疫能力が低下するのか。「体液性免疫」という語句を用い、65字以内で答えなさい。

(5) 下線部③の「抗体」を構成するタンパク質の名称は何か、答えなさい。

(6) 図1は、HIV感染後から病気の発症までの期間に、血中に含まれる各要素がどのように増減するかを模式的に示したものである。図中の(a)～(c)の曲線は、それぞれ血中の「HIVに対する抗体量」、「(ア)細胞数」、「HIVウイルス量」のどの変化を示しているか。本文の記述を参考にして(a)～(c)の記号で答えなさい。

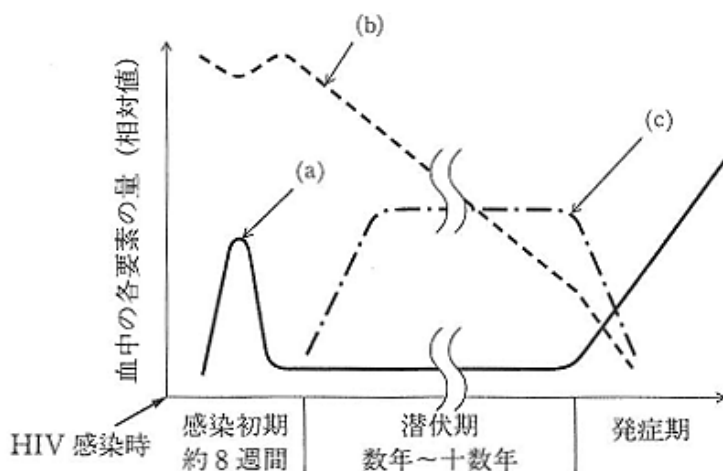


図1 HIV感染から発症までの主な血中要素の変化

(7) 下線部④について、人為的に免疫をつくるために使用される物質を一般に何とよぶか答えなさい。

(8) 下線部⑤について、他の動物の抗体を用いて治療する方法を一般に何とよぶか答えなさい。

(設問は次ページに続く。)

IV 以下のA, Bの文章を読み, 問い(1)~(10)に答えなさい。(20点)

A 光合成の炭酸固定経路は1950年代に解明された。これは2つの新しい技術の導入によりもたらされた。一つは放射性同位元素を扱う技術であり, もう一つは炭酸固定の中間代謝産物を分離し, その化合物の種類を決定するための技術である。

① 緑藻を材料として使った実験から, 以下のことが明らかになった。

- (i) 放射性的の $^{14}\text{CO}_2$ を与えて光合成を行わせると, ^{14}C は最初にPGA(フォスフォグリセリン酸)とよばれる, 炭素原子3個からなる化合物(C_3 化合物, 図1の C_3)に取り込まれる。
- (ii) ^{14}C を含む1%の CO_2 中で緑藻に長時間光合成を行わせると, 光合成反応の全ての中間代謝産物に ^{14}C が取り込まれる。この後, CO_2 の濃度を1%からほぼ0%に低下させるとPGAは減少し, RuBP(リブロースビスリン酸)という化合物(図1の C_5 化合物)は増加する。
- (iii) 最初に生成するPGAは, 複雑な経路をたどりRuBPに戻るのだから, 炭酸固定経路は回路になっていることがわかった。

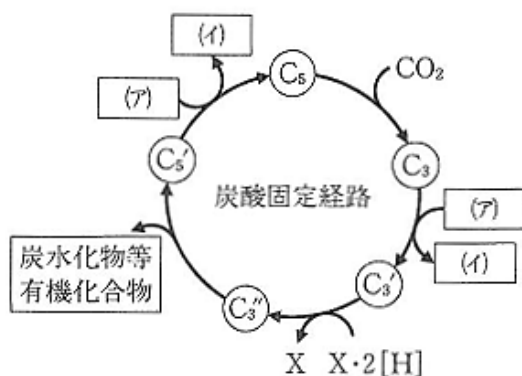


図1 炭酸固定経路の模式図

- (1) 下線部①に示された、化合物を分離する方法の名称を答えなさい。
- (2) 下線部②について、使われた緑藻の名称を答えなさい。
- (3) 下線部③の回路の名称を答えなさい。
- (4) 炭酸固定は葉緑体のどの部分で起こるか、答えなさい。
- (5) 炭酸固定経路が進行するためには還元力 ($X \cdot 2[H]$) と、図1の(ア)で示された化合物が必要である。化合物(ア)は、 C_3 および C_5' 化合物と反応して、それぞれ C_3' および C_5 化合物と、化合物(イ)に変わる。(ア)と(イ)の名称を答えなさい。
- (6) 化合物(ア)は葉緑体のどの部分で合成されるか、答えなさい。
- (7) 図2に示したように、高い CO_2 濃度で長時間光合成をさせた後、 CO_2 濃度は変えずに光照射を止めるとPGAの濃度は急速に増加し、RuBPの濃度は急速に減少した。その理由を解答欄に答えなさい。

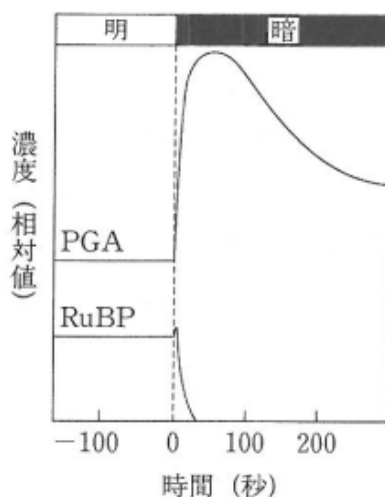


図2 光照射を止めたときのRuBPとPGAの変化

B コルチャックらはサトウキビを使って炭酸固定反応を測定した。その結果、最初に生成する化合物は、 C_3 化合物であるPGAではなく、炭素原子4個からなる化合物 (C_4 化合物)であることを発見した。その後、ハッチとスラックがこの経路を詳しく調べ、サトウキビの葉の光合成について、以下のことが分かった。

- (i) 維管束を取り巻く細胞（維管束鞘細胞）は大きく、葉緑体を持ち、図1で示した炭酸固定経路の活性が高い。
- (ii) さく状組織と海綿状組織にある細胞（葉肉細胞）の葉緑体は、図1で示した炭酸固定経路を持たないか、持っても活性が非常に低い。しかしこれらの細胞では C_4 化合物を合成する活性は高い。

色々な植物の光合成を調べた結果、 CO_2 固定で最初に生産される化合物が C_3 化合物である C_3 植物と、 C_4 化合物である C_4 植物とがあることが分かった。

トウモロコシやアワ、ヒエもサトウキビと同様に C_4 植物であり、 CO_2 濃度が低くても効率よく C_4 化合物を合成するため、強い光の下でもよく生育できる。

- (8) 下線部④の化合物名を答えなさい。

- (9) 図3は、サトウキビの葉に $^{14}CO_2$ を与えて続けて光合成を行わせたとときの、光合成産物の時間変化をグラフにしたものである。グラフは、主な3つの化合物について、新たに合成された化合物全体に対する割合をグラフにしてある。上に述べた(i)、(ii)の性質とあわせ、トウモロコシでは、 CO_2 の固定からショ糖の合成までの間に、どの細胞でどのような反応が起きていると考えられるか。光合成産物の細胞間の移動も含め、以下の選択肢から適切なものを4つ選び、それらを解答欄に左から順に並べなさい。

[選択肢]

- (a) 葉肉細胞で CO_2 が固定され、 C_3 化合物が生成する。
- (b) 葉肉細胞で CO_2 が固定され、 C_4 化合物が生成する。
- (c) 維管束鞘細胞で CO_2 が固定され、 C_3 化合物が生成する。
- (d) 維管束鞘細胞で CO_2 が固定され、 C_4 化合物が生成する。
- (e) C_3 化合物が葉肉細胞から維管束鞘細胞に移動する。
- (f) C_3 化合物が維管束鞘細胞から葉肉細胞に移動する。
- (g) C_4 化合物が葉肉細胞から維管束鞘細胞に移動する。
- (h) C_4 化合物が維管束鞘細胞から葉肉細胞に移動する。
- (i) 葉肉細胞で C_4 化合物から PGA が生成する。
- (j) 維管束鞘細胞で C_4 化合物から PGA が生成する。
- (k) 葉肉細胞でショ糖が合成される。
- (l) 維管束鞘細胞でショ糖が合成される。

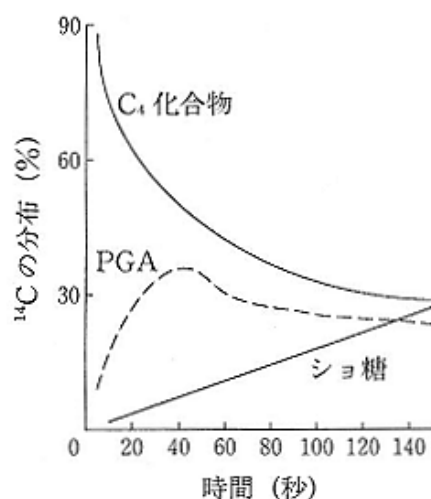


図3 サトウキビの光合成における主な化合物量の時間変化

- (10) 下線部⑤について、 C_4 植物の光合成速度は、光強度に対してどのような依存性を示すと予想されるか。 C_3 植物との違いが分かるように、解答欄の図に C_4 として実線で記入しなさい。

V 以下の文章を読み、問い(1)~(4)に答えなさい。(10点)

生物はどのようにして進化してきたのであろうか。1809年、(ア)は著書「動物哲学」の中で「環境に対する適応のために、よく使う器官は発達し、使わない器官は退化する。その形質が子孫に伝えられて進化が起こる。」とする(イ)を提唱した。この説によれば、キリンが長い首を持つ理由は、高いところの葉を食べるために、キリンの祖先が首を伸ばしてきた結果、キリンの首が次第に長くなっていった、と説明される。この説は当時の宗教的な考え方とよく合致し、強く支持された。一方、(ア)の説から50年後、(ウ)は著書「(エ)」において「生物には世代ごとに多くの個体変異が生じる。そのなかで、環境によく適応する変異を起こしたものだけが生き残り、子孫を残すことによって進化が起こる。」とする自然選択説を発表した。イギリスの軍艦ビーグル号に乗って世界各地を旅し、その際に訪れたガラバゴス諸島でフィンチ（ヒワの一種）やゾウガメを観察したことが、この説のヒントになったとされている。

1970年以降、アメリカのグラント夫妻によってガラバゴス諸島のフィンチに関する詳細な研究が行われた。ガラバゴス諸島に生息する14種類のフィンチのうち一種、ガラバゴスフィンチの親と子において、くちばしの高さ（子については、成熟した時点での高さ）を測定した（図1）。その結果から、ガラバゴスフィンチのくちばしの高さの違いは主に(オ)の違いによることがわかった。

さらに、くちばしの高さ、割ることができる種子の硬さの間には、図2に示すような明らかな関係があることがわかった。くちばしの高い個体ほど硬い餌を割って食べることが容易だが、小さな種子を食べるのには適していない。1977年、ガラバゴス諸島は干ばつに見舞われた。干ばつの前後でガラバゴスフィンチのくちばしの高さを調べた結果が図3である。この結果は、干ばつという環境変化が起こり、その環境下でくちばしの高さの違いが個体の生存率に影響し、そのために、集団の中でくちばしのより高い個体が増えるという変化が起こったことを実証している。

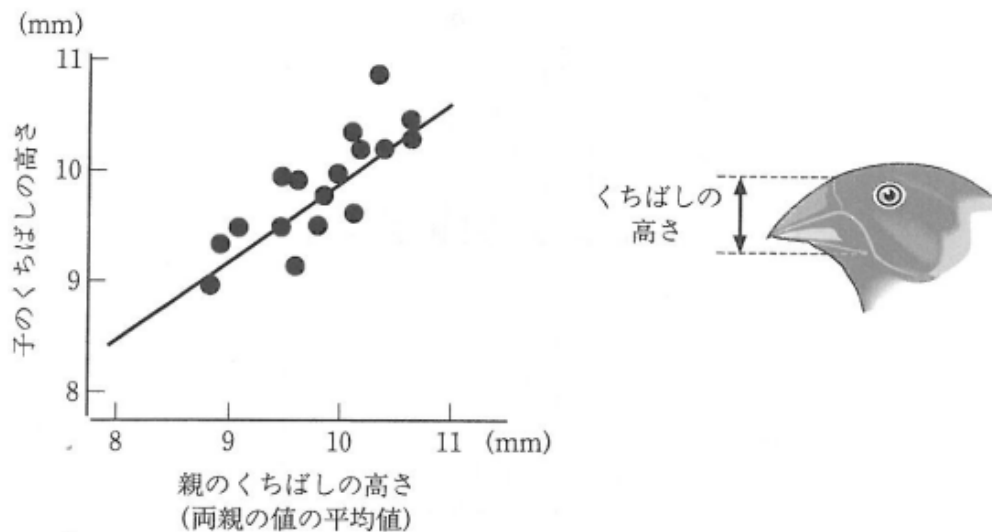


図1 ガラパゴスフィンチでの親と子のくちばしの高さの関係

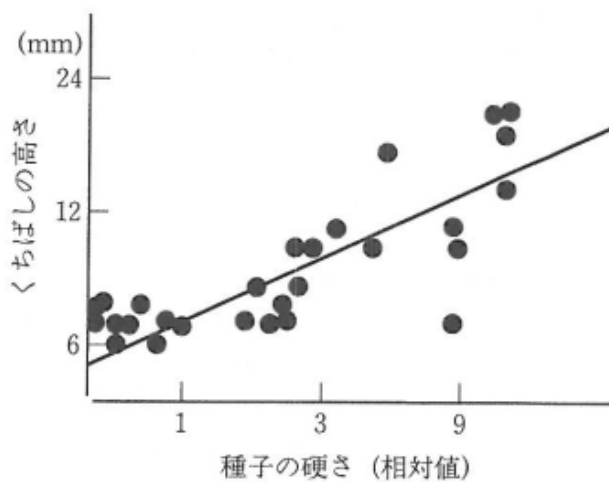


図2 ガラパゴスフィンチにおける、くちばしの高さと、
割ることのできる種子の最大の硬さとの関係

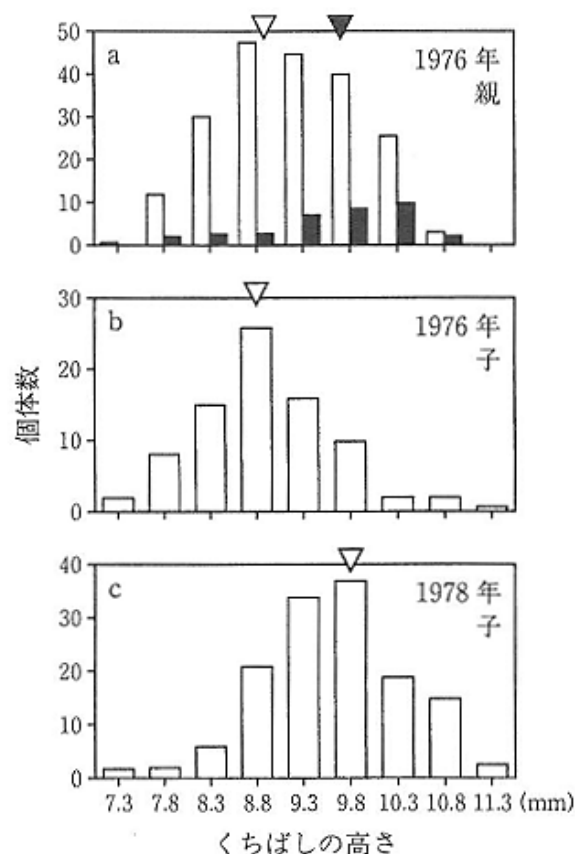


図3 ダフネ島において観察されたガラバゴスフィンチのくちばしの高さの進化的変化

a, 白棒は1976年の全ての親のくちばしの高さの分布を, 黒棒はそのうち1977年の干ばつで生き残った個体のくちばしの高さの分布を示す。

bとc, それぞれ1976年と1978年の親から生まれた子のくちばしの高さの分布(子が成熟した時点での測定値)を示す。ただし, bは干ばつの前に測定された。

▽と▼はそれぞれのグラフでのくちばしの高さの平均値を示す。

- (1) 文中の空欄 (ア) ~ (オ) にあてはまる語句を答えなさい。ただし (オ) には「遺伝子」か「環境」のどちらかを選びなさい。
- (2) 下線部①について、自然選択説に基づいた場合、キリンの長い首はどのように説明されるか。80字以内で簡潔に述べなさい。
- (3) 図2と図3から、ガラパゴスフィンチの生息地域において、干ばつによって植物の性質にどのように変化が起きたと考えられるか、簡潔に述べなさい。
- (4) 進化の要因として、自然選択以外に考えられるものを2つ挙げなさい。

VI 生態系に関する以下の文章を読み、問い(1)~(6)に答えなさい。なお、問い(2)~(6)については、図1を参照しながら答えなさい。(10点)

ソテツ (*Cycas revoluta*) は、ソテツ類の裸子植物で、日本における分布の北限は、九州南端である。沖縄本島などにはソテツの大きな群落があるが、その多くは写真のようにサンゴ礁が隆起して作られた海岸沿いの崖や丘に見られる。隆起サンゴ礁は、サンゴ虫が形成した炭酸塩でできているため、土壌の発達が悪く、植物が利用できる栄養が少ない。ソテツの幹の地面に近い所を掘ると、サンゴ根と呼ばれる、房のように分かれた肉質の根が現れる。サンゴ根の断面を観察すると、表面に近いところに緑色をした層がある。これは、根の細胞間隙や細胞中にシアノバクテリア (ラン藻類) が共生したもので、ソテツの生育に欠かせない窒素化合物を栄養分として与えている。^①そのためソテツは、他の植物が容易に生育できない場所に群生できるのである。



写真 ソテツ (*Cycas revoluta*)

(1) 世界各地の植物群系について記した以下の文(a)~(f)の中から、ソテツが分布する地域に見られるものを選び、記号で答えなさい。また、その地域に分布する森林の種類を答えなさい。

- (a) タブノキ、スダジイなど、厚く表面に光沢のある葉を持つ樹種が主体である。
- (b) ブナ、カエデ類、ミズナラ、クリなど、落葉性の広葉樹が主体である。
- (c) フタバガキ科やイチジク科などに属する非常に多くの種の常緑広葉樹がみられ、樹冠が50メートル以上の高さに達することもまれではない。
- (d) 比較的小さく硬い葉をもつ、オリーブやコルクガシのような樹種が優占する。
- (e) トドマツ、シラビソ、コメツガなどの針葉樹が優占する。
- (f) アコウ、ガジュマル、ヘゴなどの植物があり、海岸にはマングローブが発達することがある。

(2) 問題文中の下線部①について、シアノバクテリアはどのような働きによって窒素化合物を得ているか、その働きの名称を答えなさい。また、この働きは、図1に示された(a)~(g)のどれにあてはまるか、記号で答えなさい。

(3) 下線部①と同じことを行う別の生物は何か答えなさい。また、この生物は、ある科の植物と共生することが知られている。この科に属する植物の名前を一つ答えなさい。

(4) 図1にみられる工業生産品は、主にどのような目的に利用されるか、答えなさい。

(5) 水界の生態系に窒素やリンなどの無機化合物が多量に供給されると、一般にどのようなことが起きるか。「生産者」という言葉を使って、60字以内で答えなさい。

- (6) 硝化を行う細菌類は、その過程で得られるエネルギーを用いて二酸化炭素を固定している。この働きを行う細菌を何とよぶか。その名称を答えなさい。

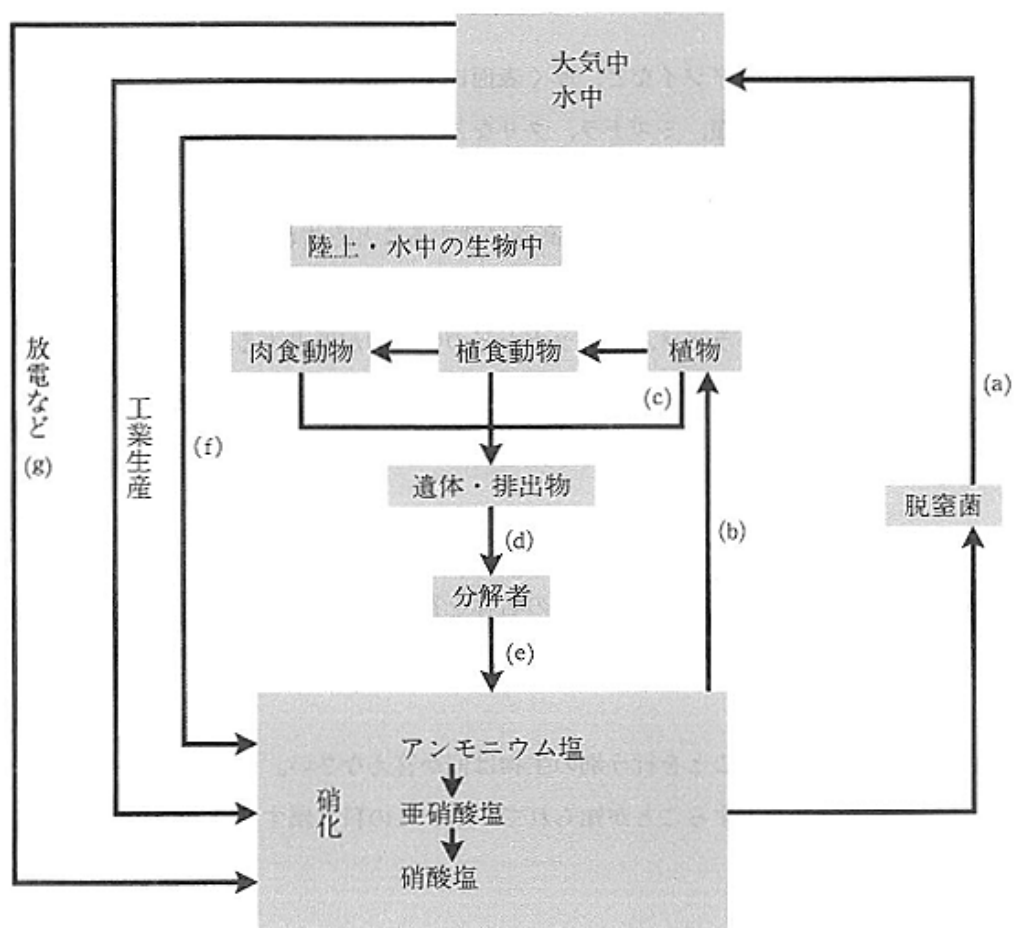


図1 窒素の循環