

平成 27 年度 入 学 試 験 問 題

理 科

各科目 100 点満点

◀配点は、学生募集要項に記載のとおり。▶

物 理	(1～14 ページ)	化 学	(15～30 ページ)
生 物	(31～52 ページ)	地 学	(53～71 ページ)

(注 意)

1. 問題冊子および解答冊子は係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほかに 71 ページである。また、解答冊子は表紙のほかに、
物理：16 ページ、化学：12 ページ、生物：20 ページ、地学：16 ページ、である。
3. 問題は物理 3 題、化学 4 題、生物 4 題、地学 4 題である。
4. 試験開始後、選択した科目の解答冊子の表紙所定欄に学部名・受験番号・氏名をはっきり記入すること。表紙には、これら以外のことを書いてはならない。
5. ◇総合人間学部(理系)・理学部・農学部受験者は、物理・化学・生物・地学のうちから 2 科目を選択すること。
◇教育学部(理系)受験者は、物理・化学・生物・地学のうちから 1 科目を選択すること。
◇医学部・薬学部受験者は、物理・化学・生物のうちから 2 科目を選択すること。
◇工学部受験者は、物理・化学の 2 科目を解答すること。
6. 解答は、すべて解答冊子の指定された箇所に記入すること。
7. 解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがある。
8. 解答冊子は、どのページも切り離してはならない。
9. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、選択した科目の解答冊子は持ち帰ってはならない。

生 物

(4 問題 100 点)

生物問題 I

次の文章(A)、(B)を読み、問1～問9に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) 光合成は、太陽の光エネルギーを生命が利用できる形に変換する過程である。光合成の最初の過程は、光によるクロロフィルなどの光合成色素の励起である。励起エネルギーは反応中心クロロフィルに伝えられ、そこで電子が放出される。この電子は電子伝達系を移動し、最終的に の還元力として蓄えられる。この電子伝達に伴い、チラコイド膜の外側から内側へ が移動する。この の濃度勾配を利用することで、ATP(アデノシン三リン酸)合成酵素がADP(アデノシン二リン酸)とリン酸からATPを合成する。この過程で作られた とATPは、 回路による二酸化炭素の固定に使われる。

乾燥ストレス下では、蒸散を防ぐために気孔が閉鎖し、葉緑体への二酸化炭素の供給量が低下する。その結果、二酸化炭素の固定反応の速度が低下し、電子伝達系で生じる過剰な還元力が活性酸素の生成を引き起こすことで、葉緑体機能を阻害する。

問1 文中の ～ に当てはまる適切な語句を解答欄に記せ。

問2 下線部①に関連して、電子を放出した光化学系Ⅱの反応中心クロロフィルが元の状態に戻る。この反応に伴って、植物の光化学系Ⅱのチラコイド内側で起こる反応により、現在の組成の大気がつくられた。この反応を解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問 3 下線部②に関連して、乾燥ストレス以外に、自然環境下で二酸化炭素の固定反応速度が低下し、活性酸素を生成する主な状況を1つ記せ。

問 4 下線部③に関連して、この阻害を軽減するために植物がもつ機構の1つが、反応中心当たりのクロロフィルの量を下げることである。しかし、自然環境下では不利な点があるので、多くの植物は、この機構を多用しない。どのようなときに、どのような理由で不利になるのか、解答欄の枠の範囲内で記せ。

問 5 秋に植物が葉を落とす前に見られる紅葉は、クロロフィル分解の結果である。このクロロフィル分解の生理的な意義を解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

この問題は、次のページに続いている。

(B) ヒトでは、女性はX染色体を2本、男性はX染色体とY染色体を1本ずつもつ。女性の2本のX染色体はそれぞれ父親と母親由来であるが、一方が不活性化、もう一方は活性化され、不活性化されているX染色体上の遺伝子が発現しなくなるということが知られている。2本のX染色体のどちらが不活性化されるかは細胞により異なり、父親由来のX染色体が不活性化している細胞と母親由来のX染色体が不活性化している細胞の割合は、組織によっても、個人によっても異なる。DNAは4つの塩基(A:アデニン, G:グアニン, C:シトシン, T:チミン)からなる。Cはメチル(CH₃)基をもつC^mと、もたないCに区別することができる。

X染色体上に存在する遺伝子Aの4塩基配列CCGGは、不活性化したX染色体上においてはCC^mGGに変化している。制限酵素*Msp*Iと*Hpa*IIは、ともにCCGGを認識部位とするが、*Msp*IはCCGGとCC^mGGの両者を切断するのに対して、*Hpa*IIはCCGGのみを切断し、CC^mGGを切断できない。図1に示すように、PCRプライマーに挟まれた領域が制限酵素で切断されたDNAはPCR法で増幅されない。また、遺伝子Aは3塩基の繰り返し配列(CAGCAG···)をもち、その長さ是对立遺伝子により異なるため、対立遺伝子の由来した親を特定することができる。よって、DNAを*Hpa*IIで処理した後にPCR法で増幅することで、女性における2本のX染色体の不活性化状態を解析できる。

いま、父親および母親の末梢血液の細胞より抽出したDNAを制限酵素処理せずに用いて、図1のように遺伝子Aにプライマーを設計しPCR法により増幅した。父親と母親由来のPCR産物を電気泳動したところ、図2の左から1番目と2番目に示すようなバンドパターンが得られた。

問6 母親のDNAを制限酵素*Msp*Iで処理した後、図1に示すようにPCR法で増幅した。予想される電気泳動の結果を図2に示されているバンドパターン(a)~(g)から選んで解答欄に記せ。

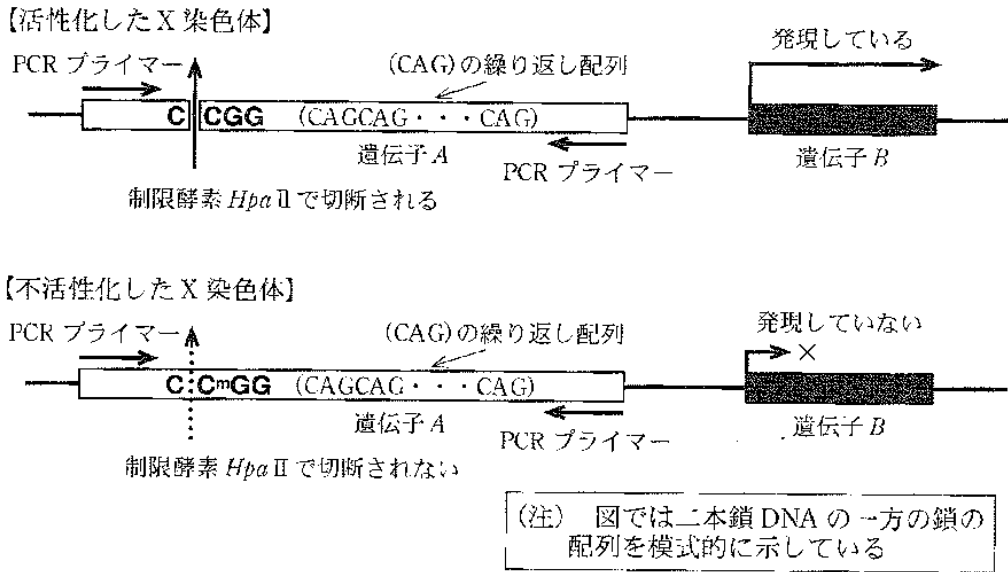


図 1

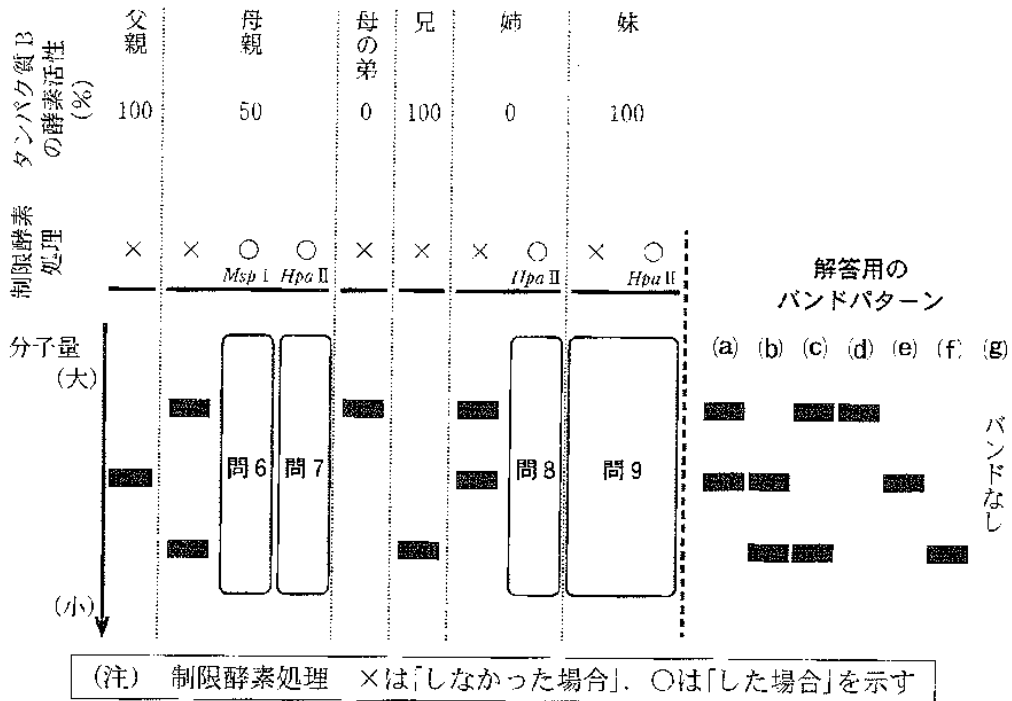


図 2

X染色体上に存在する遺伝子の変異が原因である疾患の多くは男性が発症するが、女性の場合、この変異遺伝子をもつX染色体が活性化している細胞の割合により、様々な程度で発症する。

いま、X染色体上に存在する遺伝子Bの変異によりタンパク質Bの酵素活性を失う疾患にかかっている患者をもつある家系を検討する。このタンパク質Bは、末梢血液の細胞でのみ発現し、末梢血液の細胞を用いた酵素活性を測定することで解析可能である。

図2に、この家系(両親と兄、姉、妹、および、母の弟の6人)におけるタンパク質Bの酵素活性と遺伝子AのPCR法の解析結果を示す。PCR法には、末梢血液の細胞より抽出したDNAを制限酵素処理しなかったもの、および、処理したもの(男性は処理しないもののみ)を用いている。電気泳動の各レーン間のバンドの太さの違いは考慮しない。

なお、この遺伝子Bは活性化されているX染色体でのみ発現する。また、遺伝子Bは遺伝子Aの近傍に位置し、組換えは起こらないものとする。

問7 母親のDNAを制限酵素HpaIIで処理した後、図1に示すようにPCR法で増幅した。予想される電気泳動の結果を図2に示されているバンドパターン(a)~(g)から選んで解答欄に記せ。

問8 姉のDNAを制限酵素HpaIIで処理した後、図1に示すようにPCR法で増幅した。予想される電気泳動の結果を図2に示されているバンドパターン(a)~(g)から選んで解答欄に記せ。

問 9 妹の DNA を図 1 に示すように、制限酵素 *Hpa* II で処理せずに PCR 法で増幅した場合と、制限酵素 *Hpa* II で処理した後に PCR 法で増幅した場合、電気泳動のバンドパターンの組み合わせは、複数の可能性が考えられる。次の選択肢(あ)～(し)が示す組み合わせのうち、可能性のあるものをすべて選び解答欄に記せ。

	図 2 のバンドパターンの組み合わせ	
	DNA の <i>Hpa</i> II 酵素処理	
選択肢	しなかった場合	した場合
(あ)	(a)	(a)
(い)	(a)	(d)
(う)	(a)	(e)
(え)	(a)	(g)
(お)	(b)	(b)
(か)	(b)	(e)
(き)	(b)	(f)
(く)	(b)	(g)
(け)	(c)	(c)
(こ)	(c)	(d)
(さ)	(c)	(f)
(し)	(c)	(g)

生物問題 II

次の文章(A)、(B)を読み、問1～問7に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) すべての生物は増殖能をもつが、その機構には有性生殖と無性生殖がある。多くの単細胞生物は親の細胞自体が分裂して無性生殖で増殖する。しかし単細胞生物の中には、ゾウリムシや酵母のように栄養条件により有性生殖と無性生殖を転換させる例が知られている。その場合、生育環境が良いときには **ア** 性生殖で増殖し、生育環境が悪化すると **イ** 性生殖に転換する例が多い。多細胞生物にも有性生殖と無性生殖の両方を行う例が多い。動物の場合、哺乳類は有性生殖のみで増殖するが、一部の動物は有性生殖と無性生殖の両方により増殖する。植物でも、^①被子植物は花で有性生殖を行うが、ある種においては葉・根・茎などにおいて栄養生殖と呼ばれる無性生殖を行う例が知られている。これらの植物の特性を生かして、挿し木などの無性生殖による品種の維持と人工的な交雑などによる有性生殖を^②利用した品種改良が行われている。

動物の有性生殖では多くの場合、配偶子形成の際に減数分裂を行う。体細胞 G_1 ^③期のDNA量を細胞あたり $2C$ であるとする、この細胞の減数分裂の第一分裂中期と減数分裂の第二分裂中期の細胞のDNA量は各々、**ウ** と **エ** と表される。また、減数分裂時には相同染色体間で遺伝的組換えにより、染色体上の遺伝情報の一部が交換される。ヒトの場合、配偶子である卵や精子は通常23本の染色体をもっている。染色体数のみに着目すると、ひとりの親から形成される配偶子中の染色体の組み合わせは、**オ** 通り存在すると考えられる。したがって、これらの卵と精子が接合して生じた子の細胞において、両親から受け継がれる染色体の組み合わせは **カ** 通り存在すると考えられる。

問 1 ~ に適切な語句，あるいは数値を解答欄に記入せよ。
ただし， と は以下の{ }内に示す数値から選択して
記入せよ。{23, 46, 92, 184, 256, 23², 23⁴, 23⁸, 2²³, 2⁴⁶, 23²³}

問 2 下線部①で述べられている無性生殖は，配偶子の接合を経ずに個体を産生する点で単為生殖に類似している。無性生殖では親子のゲノムは同一であるのに対し，単為生殖では異なる場合が多い。その理由を解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問 3 下線部②のように，交雑により，ある優れた形質をもつ品種を得たとする。その形質を次世代に保つために自家受粉による種子の作出を試みたが，その優れた形質は一部の種子でしか保たれなかった。考えられる理由を解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問 4 下線部③について，多くの有性生殖の配偶子形成に減数分裂が必須である理由を解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

(B) マウス精巣にある精原細胞は、隣接する支持細胞であるセルトリ細胞からの制御を受けて、自己増殖と精子形成へ向けた分化を行う(図1)。精原細胞、セルトリ細胞のいずれに機能異常が起きても精子形成は正常に進行しない。精子形成に関与する遺伝子を明らかにするために、雄マウスが劣性遺伝により不妊を示す変異マウス系統 A を調べた。その結果、不妊雄の精巣では精原細胞とセルトリ細胞は存在するが、精子形成へ向けた分化が行われていないことが明らかとなった。

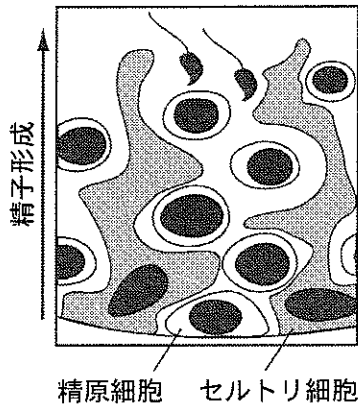


図1

問 5 変異マウス系統 A と同様の表現型を示す変異マウス系統 B は、精原細胞に機能異常を示し、セルトリ細胞の機能は正常であることが明らかとなっている。変異マウス系統 B の不妊雄の精巣へ正常な機能をもつ精原細胞を移植すると、移植した細胞(ドナー細胞)は移植先の精巣(レシピエント精巣)に定着して精子形成が起こる。

同様の実験方法を用いて、変異マウス系統 A の不妊雄で精原細胞とセルトリ細胞のどちらに機能異常があるかを調べることにする。変異マウス系統 A の不妊雄が、(1)精原細胞に機能異常を示す場合、(2)セルトリ細胞に機能異常を示す場合、それぞれ表 1 に示すドナー細胞とレシピエント精巣のどの組み合わせで精子形成が起こることが予想されるか。解答欄(1)、(2)に表 1 の(あ)～(う)から選び、記号で記せ。なお、変異マウス系統 A は精原細胞かセルトリ細胞のいずれか一方のみに機能異常を示すものとする。

表 1

レシピエント精巣 ドナー細胞		変異マウス系統 B 精巣	変異マウス系統 A 精巣
		野生型精原細胞	精子形成あり
変異マウス系統 A 精原細胞		(い)	(う)

問 6 問 5 の実験により変異マウス系統 A の不妊雌では精原細胞に機能異常があることがわかったものとする。そこで、精原細胞で発現する遺伝子のゲノム DNA 配列を調べた。その結果、変異マウス系統 A の不妊雌では常染色体上に存在する遺伝子 C のホモ接合変異(機能欠損型の対立遺伝子 c のホモ接合 cc)が見つかったが、同じ常染色体上に存在する別の遺伝子 D にもホモ接合変異 (dd)が見つかった。ここで変異マウス系統 A の雌は遺伝子 C, D の両ホモ接合変異をもつ個体 ($ccdd$)が繁殖可能であるものとする。

この雌 ($ccdd$)と野生型雄 ($CCDD$)を交配して子供 (F_1 世代)を得た後に、 F_1 世代のマウス同士を交配して次世代 (F_2 世代)で遺伝子 C, D のホモ接合変異 cc と dd が分離した雄を得る計画とする。遺伝子 C, D 間の減数分裂時の組換え価が雌雄共に 20 % であるものとして以下の(1), (2)に答えよ。なお、 F_1 , F_2 世代とも十分な個体数を用い、雌雄は同頻度で出生するものとする。

- (1) F_2 世代のマウスのうち、遺伝子型が cc となる雄(遺伝子 D の遺伝子型は問わない)の予想される出現頻度を解答欄に百分率 (%) で記せ。
- (2) F_2 世代のマウスのうち、遺伝子型が $ccDD$ となる雄の予想される出現頻度を解答欄に百分率 (%) で記せ。

問 7 問 6 の実験により変異マウス系統 A の不妊雄はいずれも遺伝子型 cc であつたものとする。そこで、新たに野生型マウスのゲノムに人為的に遺伝子 C (トランスジーン C とする) を組み込んだトランスジェニックマウスを作製した。その結果、以下に示す染色体にトランスジーン C がそれぞれ 1 箇所組み込まれたトランスジェニックマウス系統 1 ~ 3 が得られた。

系統 1 野生型遺伝子 C が存在する染色体とは異なる常染色体

系統 2 野生型遺伝子 C が存在する染色体と同じ常染色体

系統 3 Y 染色体

トランスジーン C はどの染色体に組み込まれても野生型遺伝子 C と同等に機能するものとする。トランスジェニックマウス系統 1 ~ 3 の雄 (遺伝子型 CC に加えてトランスジーン C がゲノム全体で 1 箇所組み込まれた個体を用いる) と変異マウス系統 A の雌 (遺伝子型 cc でトランスジーン C をもたない個体を用いる) を交配して F_1 世代の子供を得た後に、各トランスジェニックマウス系統ごとに F_1 マウス同士を交配して、 F_2 世代の雄を解析した。その結果、 F_2 世代で遺伝子型 cc となる雄はいずれもトランスジーン C をもつ場合にのみ、精子形成が回復して繁殖可能であった。

トランスジェニックマウス系統 1 ~ 3 に由来する各 F_2 世代について、遺伝子型 cc の雄のうち、繁殖可能な個体の予想される出現頻度を求めよ。ただし、系統 1 については分数で解答欄(1)に、系統 2 と系統 3 については百分率 (%) でそれぞれ解答欄(2), (3)に記せ。なお、トランスジーン C をもつ個体は雌雄共にすべて繁殖可能であり、減数分裂時の組換えは考慮しないものとする。

生物問題 III

次の文章(A)、(B)を読み、問1～問9に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) ヒトの恒常性の維持には、自律神経系と内分泌系が中心的な役割を果たす。臓器の多くは交感神経と副交感神経の支配を受けているが、その中枢部位は様々である。例えば呼吸運動や血液循環に直接関係する中枢は にある。安静時には副交感神経から分泌される により心拍数が減少する。運動すると交感神経の活動が活発となり、交感神経から分泌される により心拍数が増加する。

ヒトの血糖濃度の調節には、脳の にある血糖調節中枢やすい臓が重要な働きをする。食事によって血糖濃度が上昇すると、インスリンの分泌が促進され、血糖濃度は減少する。このインスリンを介した血糖濃度の減少機構が正常に機能しないと血糖が異常な高濃度となり、グルコースが尿中に排出されることが知られている。一方、血糖濃度が低下した場合には、^①血糖濃度を上昇させる作用をもつ数種のホルモンが分泌される。その中には、^②グルコースを生産するためにタンパク質の分解を促進するホルモンも知られている。^③これらの調節機構が十分に機能せず血糖濃度が低くなりすぎると、全身へのグルコースの供給が不足してしまう。

問 1 文中の **ア** ~ **エ** に当てはまる適切な語句を解答欄に記せ。

問 2 下線部①について、通常は排出されないグルコースが尿から排出される理由を、「原尿」と「細尿管」の 2 語を用いて解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問 3 下線部②のホルモンの中で、すい臓から分泌されるホルモン名を、解答欄に記せ。

問 4 下線部③の現象に中心的な役割を果たしているホルモン名を記せ。

この問題は、次のページに続いている。

(B) 運動神経と筋肉(骨格筋)がつくるシナプス部位は、神経筋接合部と呼ばれる。運動神経の軸索末端に活動電位が到達すると、神経伝達物質がシナプス間隙に放出され、シナプス後部で神経伝達物質受容体が活性化されて、膜電位が変化する。カエルの神経筋標本(筋肉に運動神経をつけて取り出したもの)を用いた実験例では、運動神経の興奮は1回で多数のシナプス小胞から神経伝達物質の放出を引き起こし、その結果筋細胞で活動電位が発生する。

筋収縮指令の活動電位が伝わると、筋小胞体から イオンが細胞質に放出され、アクチンフィラメント上のトロポニンと呼ばれるタンパク質に結合する。その結果、サルコメア(筋節)内でミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが結合し、互いに滑り合うことによって筋の収縮が起こる。神経からの興奮がなくなると イオンは 輸送によって筋小胞体に取り込まれ、ミオシンフィラメントはアクチンフィラメントから離れ、筋肉は弛緩する。

問 5 文中の , に当てはまる適切な語句を解答欄に記せ。

問 6 下線部④について、神経伝達物質放出のしくみを「シナプス小胞」と「融合」の2語を用いて、解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問 7 下線部⑤について、正常な神経筋標本では、神経を刺激しても、筋肉を刺激しても、筋肉の収縮が観察される。いま、神経筋接合部の神経伝達物質受容体のはたらきを阻害する薬剤 X、筋細胞の筋小胞体からの オ イオンの放出を阻害する薬剤 Y を使った実験を行うものとする。神経筋標本に薬剤 X または薬剤 Y を加え、(a)神経、(b)筋肉を刺激して、筋肉の収縮を記録する。薬剤 X、薬剤 Y を加えたとき、なにも加えない場合と比べて、筋肉の収縮の度合いはそれぞれどのようになるか。表 1 の欄(キ)～(コ)に当てはまるものを、次の(あ)～(う)から選んで答えよ。同じものを何度選んでもよい。

- (あ) 収縮は強くなる
- (い) 収縮は変わらない
- (う) 収縮は弱くなる、あるいは収縮しなくなる

表 1

刺激部位 追加薬剤	(a) 神経	(b) 筋肉
薬剤 X	(キ)	(ク)
薬剤 Y	(ケ)	(コ)

問 8 下線部⑥に関連して、筋肉の収縮および弛緩の過程ではトロポニンとトロポミオシンがともに重要な働きをする。(1)収縮過程のトロポニンの働きと、(2)弛緩時のトロポミオシンの働きを解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問 9 下線部⑦に関連して、筋細胞の縦断面を電子顕微鏡で観察すると、長さ $1.6\ \mu\text{m}$ のミオシンフィラメントと長さ $1.0\ \mu\text{m}$ のアクチンフィラメントが規則正しく並んでおり、Z 膜と呼ばれる仕切りがあることがわかる。Z 膜から Z 膜までの領域をサルコメアと呼ぶ(図 1)。図 2 はサルコメアの長ささと張力との関係を示している。図 1 のサルコメアの模式図を参考にして、以下の(1)、(2)について枠の範囲内で説明せよ。なお、ミオシンフィラメントおよびアクチンフィラメントともに弾性をもつ。

(1) サルコメアの長さを $2.0\ \mu\text{m}$ から短くしていくと張力の低下は緩やかであるが(図 2 の C から B)、サルコメア長が $1.6\ \mu\text{m}$ 以下になると張力の低下が急激になる(図 2 の B から A)。A から B の領域において、張力が急激に低下する理由について説明せよ。

(2) 図 2 の C から D の領域において、サルコメアの長さも変化しても張力が変化しない理由について「ミオシンフィラメント中央部」という語句を用いて説明せよ。

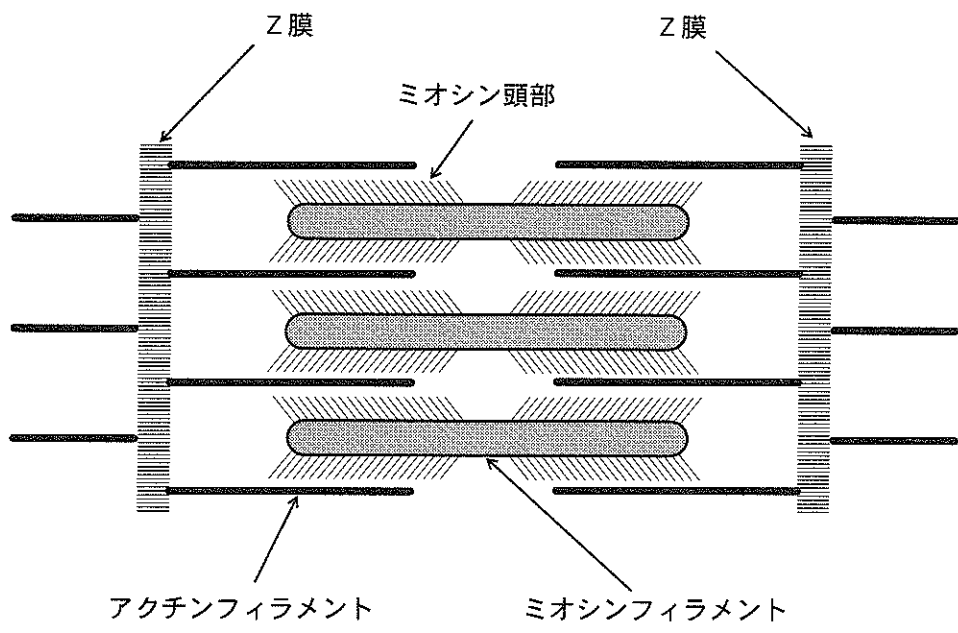


図 1

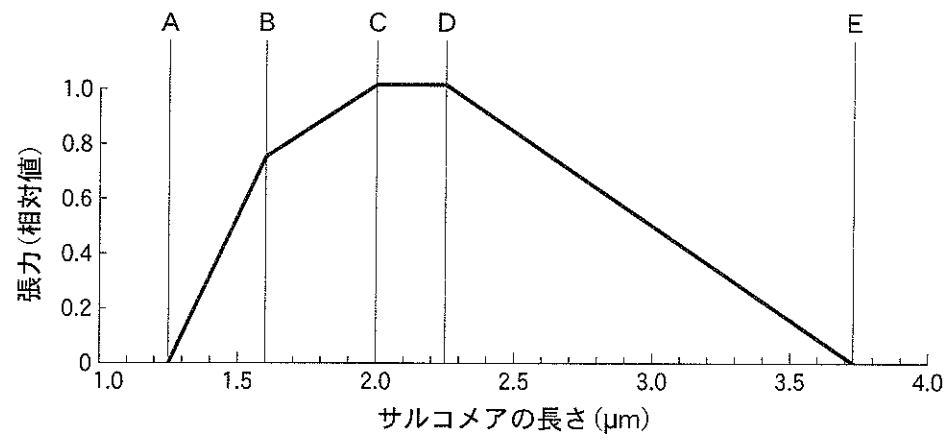


図 2

生物問題 IV

次の文章を読み、問1～問7に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

近年、ニホンジカの個体数が増加し、農林業被害のみならず生態系への影響が全国的に問題になっているが、1960年代以前から生態系に及ぼすニホンジカの影響が報告されていた場所がある。

宮城県金華山島は、牡鹿半島の900 m沖に浮かぶ最高標高445 m、面積9.6 km²の小島である。島にはその気温の割に小型のニホンジカが、概ね高い個体群密度を維持しながら生息している。島内で最も個体群密度の高い地域での彼らの配偶(つがい)関係は、通常みられる一夫多妻ではなく、雄のみならず雌も複数の異性と交尾することが知られている。金華山島で、ニホンジカと並んで高密度に生息している動物に、ヤマビルやマダニなどの吸血性の動物、オオセンチコガネに代表される糞虫、そしてニホンザルがいる。ニホンザルが樹上で果実や葉を食べていると、ニホンジカが樹下に集まってきてニホンザルが落とした果実や葉を食べることも頻繁に観察される。

島の標高200 m以上の地域はブナの優占する冷温帯に典型的な森林が発達している。しかし、その林床に本来あるはずのスズダケというササはニホンジカが好んで食べるため消失し、代わりにハナヒリノキというツツジ科の落葉低木が繁茂している。この島では一般に、トベラやガマズミなどのニホンジカが好む植物は個体数そのものが少ないか、あるいは小枝の伸長が抑えられた盆栽状を呈している。一方、ニホンジカが好まない植物は繁茂している。ニホンジカが好まない植物は大きく2つのタイプに分けられる。1つは毒のある植物であり、もう1つはトゲのある植物である。ハナヒリノキは前者の例に当たるが、後者の例の1つキンカアザミは個体数が多いだけでなく、本土のダキバヒメアザミと比べてそのトゲが長く鋭く硬く、その変種^{*}と位置づけられている。他方、ニホンジカに好んで食べられても再生力が高い植物にシバがある。この島では、山火事後80年以上経過した場所においても、ニホンジカの食害により植生はシバが優占する草原のまま遷移が進まない。シバの種子は頻繁にニホンジカの糞の中に入って運ばれる。

全国で認められるニホンジカの増加の一因は、ヒトによる狩猟の減少にあると考えられている。ヒトが捕獲する頭数を増やすことによってニホンジカの個体数を減少させることは、本来の植生の回復につながると考えられている。^⑥

*種より下位の分類階級の1つ

問 1 下線部①に関連して、寒いところの動物の体が大きく、暖かいところの動物の体は小さいという温度への適応に関する法則(規則)を何と呼ぶか、解答欄アに記せ。また、この法則が成り立つ理由を解答欄イの枠の範囲内で説明せよ。

問 2 下線部②に関して、個体群密度の特に高い地域でニホンジカがなぜ一夫多妻ではなく、雄のみならず雌も複数の異性と交尾するのか、考えられる理由を解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問 3 下線部③にある冷温帯に典型的な森林を何と呼ぶか、バイオーム(あるいは植物群系)の呼称を解答欄に記せ。

この問題は、次のページに続いている。

問 4 下線部④に関連して、図1はガマズミという低木の年ごとの小枝の長さを、島の2地域AとBで調べた結果を示している。地域Aでは1983年から1984年にかけて小枝の長さが大きく変化した。地域Bではその変化が認められなかった。こうした違いが生じた理由をニホンジカの個体群密度と関連づけて、解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

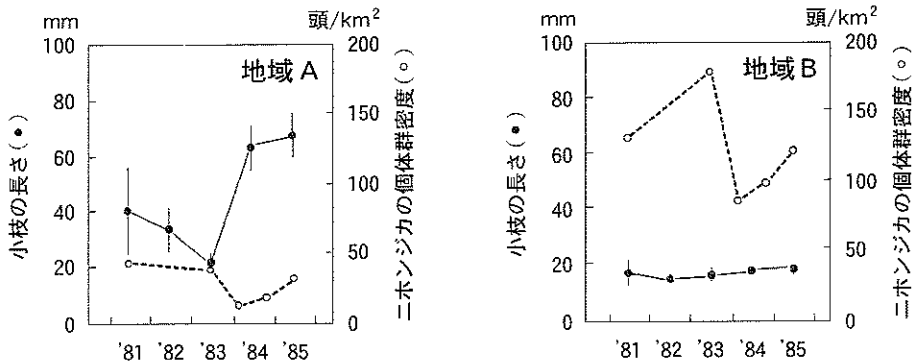


図1 金華山島の地域Aと地域Bにおけるガマズミの小枝の長さの平均値(縦棒線は平均値のばらつきを表す)とニホンジカの個体群密度の変動(Takatsuki and Saka, 1988の図を改変)。大雪のあった1983年冬から1984年初春の間にニホンジカの大量死が起こった。

問 5 下線部⑤に関して、このような形質の違いを自然選択による進化の結果とみなせば、どのようにして変種として位置づけられるほどの形質上の変化が起こったと考えられるか。「変異」、「遺伝」、「選択」の3つの用語をすべて用いて、解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問 6 金華山島で認められる種間関係について、本文中から読みとることができる範囲で、表 1 にある種の組み合わせが当てはまる 2 種間関係の類型を示す用語を解答欄(ウ)～(オ)に、表 1 にある 2 種間関係の類型に該当する種の組み合わせを解答欄(カ)、(キ)(順不同)に記せ。

表 1 金華山島で認められる種間関係の例。2 種間関係において、他方から利益を受ける種を＋，害を被る種を－，そのいずれでもない種を 0 で表している。

類 型	種 の 組 み 合 わ せ			
(ウ)	+	ニホンジカ	－	トベラ
(エ)	+	ヤマビル	－	ニホンジカ
(オ)	+	ニホンジカ	0	ニホンザル
相利共生関係	+	(カ)	+	(キ)

問 7 下線部⑥のように種間関係において第三者を介して影響を及ぼすことを生態学の用語で何と呼ぶか，解答欄に記せ。

生物問題は、このページで終わりである。