

〔 I 〕 以下の(1)~(10)について、それぞれ解答を一つ選び、A~Dの記号で答えよ。

- (1) アミノ酸について誤っている記述はどれか。
 A. アミノ酸の側鎖には親水性のものと疎水性のものがある。
 B. アミノ酸は炭素、水素、酸素、窒素だけからなる。
 C. すべてのアミノ酸がカルボキシ基をもつ。
 D. タンパク質に含まれるアミノ酸は20種類ある。
- (2) オーキシンが関与していないのはどれか。
 A. 光屈性 B. 種子の発芽 C. 頂芽優勢 D. 離層形成の抑制
- (3) 外胚葉に由来するのはどれか。
 A. 肝臓 B. 腎臓 C. 脳 D. 肺
- (4) 交感神経のはたらきとして誤っているのはどれか。
 A. 胃や小腸のぜん動が活発になる。
 B. 気管支が拡張する。
 C. グリコーゲンの分解が進む。
 D. 瞳孔が拡大する。
- (5) 自然免疫に関与しないのはどれか。
 A. 好中球 B. ナチュラルキラー細胞
 C. B細胞 D. マクロファージ
- (6) 新口動物に属するものはどれか。
 A. 環形動物 B. 棘皮動物 C. 節足動物 D. 軟体動物

- (7) 生得的な行動はどれか。
 A. 吊るされたバナナをチンパンジーが長い棒で叩き落とす。
 B. ハイイロガンのヒナが最初に見た動くガチョウを親と認識する。
 C. 繁殖期のイトヨの雄が、腹部が赤い個体に対して攻撃行動を起こす。
 D. ヒトが「梅干し」という言葉を聞いて唾液を出す。
- (8) DNAに関してメセルソンとスタールが明らかにしたことはどれか。
 A. DNAが半保存的複製を行うこと。
 B. DNAに含まれるアデニンとチミン、グアニンとシトシンの分子数が、それぞれ等しいこと。
 C. 肺炎双球菌の形質転換物質がDNAであること。
 D. バクテリオファージを用いた実験に基づき、DNAが遺伝物質であること。
- (9) 東京の低地において植生遷移の後期の段階で生育する樹種はどれか。
 A. アカマツ B. アラカシ C. シラカンバ D. ブナ
- (10) 有胚乳種子を作るのはどれか。
 A. アブラナ B. インゲンマメ
 C. カキ D. ダイコン

〔 II 〕 体細胞分裂に関するつぎの文章を読み以下の問に答えよ。

分裂を繰り返す細胞の、分裂が終わってから次の分裂が終わるまでの過程を細胞周期という。1回の細胞周期は、分裂を行う分裂期(M期)と分裂の準備を行う間期に分けられる(図1)。分裂期は核や染色体の形態変化に基づいて、前期、中期、後期、終期に分けることができる。また、間期は 、、 に分けられる。

いま、同調分裂せずに増殖している培養細胞の集団を用い、個々の細胞に含まれる DNA 量を測定したところ、図2のような結果が得られた。

次に³H（三重水素）で標識したチミジン（チミンを含む）をごく短時間この細胞集団に与え、その後、細胞を洗浄した。洗浄直後に標識された細胞の割合を調べると、全体の25%であった。細胞培養を続けると、4時間後に初めて³Hで標識された分裂期の細胞が現れた。その後、³Hで標識された分裂期の細胞は徐々に増えていき、5時間後には分裂期の細胞全てが³Hで標識された。しばらくの時間、分裂期の細胞全てが³Hで標識されていたが、³Hで標識された分裂期の細胞の数はその後減っていき、やがて全く観察されなくなった。そのまま培養を継続したところ、20時間後に再び³Hで標識された分裂期の細胞が現れ始めた。

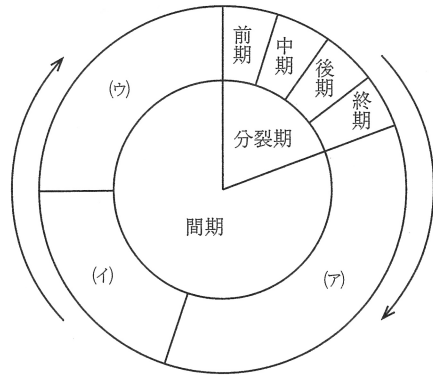


図1

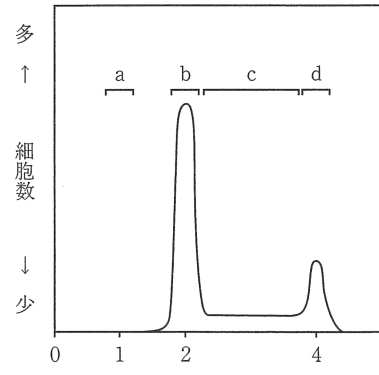


図2

問1 上の文や図中の空欄 ～ に適する語を答えよ。

問2 1) 図1のア、イ、ウ、および分裂期の細胞は、それぞれ図2のb、c、dの細胞集団のどれに当たるか、答えよ。

2) 成熟したマウスの雄の個体の様々な器官のうち、図2のaに相当する細胞をつくる器官は何か、答えよ。

問3 1) この細胞集団の細胞周期の長さを答えよ。

2) 図1のイ、ウおよび分裂期のそれぞれを通過するのに要する時間を答えよ。

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読み以下の問に答えよ。

脊椎動物の筋は 筋と横紋筋に分けられ、横紋筋はさらに骨格筋と心筋に分けることができる。骨格筋の筋細胞の中には多数の筋原繊維が規則正しく並んで互に配列していることが分かる。これを顕微鏡で観察すると、明るい領域（明帯）と暗い領域（暗帯）が交互に配列していることが分かる。明帯の中央部にあるZ膜から隣のZ膜までは構造上の単位としてサルコメア（筋節）と呼ばれている。

骨格筋は運動神経によって制御されている。運動神経の軸索末端は骨格筋の表面でシナプスを形成していて、この部分では、神経伝達物質である によって細胞間の情報伝達が行われている。神経からの興奮が筋細胞に伝わり、さらにその興奮が筋小胞体に伝わると、筋小胞体から細胞質基質へ が放出され、2種のフィラメントの間で滑り運動が誘起され、筋肉が収縮する。

問1 文中の空欄 ～ に入る適切な語を答えよ。

問2 下線部Aについて、明帯に存在する筋原繊維を答えよ。

問3 下線部Bの滑り運動の力は具体的にどのようなことが起きて生ずるか、簡潔に説明せよ。

問4 筋肉の長さを人為的に変え、1回の刺激によって発生する筋繊維の張力を測定した。右の図3に、サルコメアの長さ、刺激を与えたときの張力との関係を示す。なお、サルコメアの長さが $2\mu\text{m}$ より短くなると、フィラメント同士が重なり合い、筋の張力が低下することが分かった。つぎの1)～3)の間に答えよ。

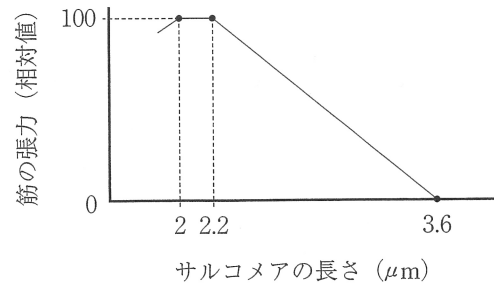


図3

- 1) サルコメアの長さが $2.2\mu\text{m}$ 以上では、サルコメアが長くなるにつれて刺激を与えたときの張力が低下している。その理由を説明せよ。
- 2) 暗帯の長さを求めよ。
- 3) サルコメアの長さが $2.2\mu\text{m}$ のときの、明帯の長さを求めよ。

〔IV〕 つぎの文章を読み、以下の(1)～(8)の間に答えよ。

本州と九州にはハタネズミというネズミの1種が分布している。このネズミは、草木の葉や茎などをおもな食物としていて、主として草原のような開けた環境に生息し、発達した森林にはみられない。

このネズミの数を調べるために、ある草原で0.7 ha (ヘクタール) の範囲にいる個体が捕獲されるようにワナを1晩セットしたところ39頭が捕獲された。捕獲された個体すべてにマークして元の場所に放し、ワナをもう1晩セットしたところ41頭が捕獲され、そのうち23頭にマークが付いていた。なお、捕獲される確率が個体によって異なることはなく、また、調査の過程で死亡した個体はいないものとする。

- (1) 0.7 ha の範囲にいるネズミのうちマークが付けられた個体の割合 (%) はどれほどと推定されるか、四捨五入して小数第一位まで求めよ。
- (2) 0.7 ha の範囲にいるハタネズミは全部で何頭と推定されるか、四捨五入して小数第一位まで求めよ。
- (3) この草原におけるハタネズミの1.0 ha 当たりの個体群密度は何頭と推定されるか、四捨五入して小数第一位まで求めよ。
- (4) この草原でハタネズミが無限に増加しない理由として考えられることを一つあげよ。
- (5) 日本にはハタネズミが生息するような自然の草原は少ない。なぜだと考えられるか説明せよ。
- (6) 人間活動によって作り出される、ハタネズミの生息に適した環境を一つあげよ。
- (7) 現在の日本ではニホンジカの数が増加している。このことがハタネズミの数にどのような影響を及ぼすと考えられるか説明せよ。
- (8) 日本には、外来種を除くと、陸上を主な生活場所とする約100種の哺乳類が分布し、その約半数は日本にしかみられないもの(日本固有種)である。ネズミ類は、ハタネズミを含めて、在来の15種のうち9種が日本固有種である。日本にはなぜ固有種が多いのか、理由として考えられることを一つあげて説明せよ。

[I]

出題のねらい

本問は、高校生物のさまざまな分野にわたる基本的な知識を試す問題である。

解答例

- (1) B
- (2) B
- (3) C
- (4) A
- (5) C
- (6) B
- (7) C
- (8) A
- (9) B
- (10) C

解 説

(1) タンパク質を構成している20種類のアミノ酸には、硫黄(S)を含むシステインとメチオニンがある。

(2) 種子の発芽はアブシシン酸によって抑制され、ジベレリンによって促進されるが、オーキシンは関与しない。

(3) 高校教科書で解説される両生類の発生において、肝臓、腎臓、肺はいずれも内胚葉から分化するが、脳神経系は外胚葉に由来する。これはヒトでも同様である。

(4) 消化器官の活動が促進されるのは、主に副交感神経が働き、交感神経の作用が抑えられるリラックスした状態のときである。

(5) 好中球、ナチュラルキラー細胞、マクロファージは、いずれも体内に侵入した異物をその種類にかかわらず排除する自然免疫に関与する細胞である。自然免疫に対して、特定の異物(抗原)を認識して排除する獲得免疫は、大きく体液性免疫と細胞性免疫に分けられる。B細胞は、体液性免疫を担い、抗原に特異的に結びついて無毒化する抗体をつくる細胞である。

(6) 新口動物に属する主な分類群には、棘皮動物のほかに脊索動物がある。環形動物、節足動物、軟体動物は旧口動物である。

(7) 生得的な行動とは、特定の刺激に対して起きる、生まれながらに備った定型的行動で、生まれてからの経験によって変化することはない。刷込みは、発育初期に限られた時期の記憶に基づく行動の変化であり、学習の一種である。

(8) アデニンとチミン、グアニンとシトシンの数の比がそれぞれ1:1であることはシャルガフによって発見され、シャルガフの法則と呼ばれる。肺炎双球菌の形質転換物質について画期的研究を行ったのはエイブリー、遺伝子の本体がDNAであることを明らかにしたのはハーシーとチェイスである。

(9) 東京の低地は暖温帯に位置するため、遷移の途中段階では陽樹であるアカマツが生育するが、極相林である照葉樹林の優占種はスダジイ、アラカシなどである。シラカンバは冷温帯における陽樹、ブナは極相林である夏緑樹林の代表的樹種である。

(10) カキやイネ科植物などは、発芽時に必要な栄養分が胚乳に蓄えられている有胚乳種子をつくる。マメ科(インゲンマメ)、アブラナ科(アブラナ、ダイコン)などの植物は、栄養分が子葉に蓄えられている無胚乳種子をつくる。

[II]

出題のねらい

細胞周期に関する基本的知識と、実験を題材とした論理的思考力を問うた。

解答例

- 問1 ア: G₁期(DNA合成準備期) イ: S期(DNA合成期)
ウ: G₂期(分裂準備期)
- 問2 1) ア: b イ: c ウ: d 分裂期: d
2) 精巢
- 問3 1) 16時間
2) イ: 4時間 ウ: 4時間 分裂期: 1時間

解 説

問2

2) 設問は器官を問うものであったが、減数分裂の結果できてくる細胞、すなわち精子とした答案もあった。厳密には問題文の指示に従っていないが、これも正解とした。

問3

チミジンは細胞集団中でS期にあった細胞に取り込まれる。問題文にあるように、標識してから「4時間後に初めて標識された分裂期の細胞が現れた」ので、S期の最終段階の細胞がチミジンを取り込み、その細胞がM期に到達するまでの時間(G₂期)(問題図中のウ)が4時間であったことが分かる。さらに、「5時間後に分裂期の細胞全てが標識された」ので、4時間の時点でM期に入った細胞がM期の終わりに至るまでに1時間かかったことが分かる。その後、細胞周期の進行に伴って標識されたM期の細胞は観察されなくなるが、G₁期(問題図中のア)、S期(問題図中のイ)、G₂期を経て再びM期の細胞が20時間後に出現し始めている。つまり、1周目のM期の始まり(4時間)から2周目のM期の始まり(20時間)までは、20-4=16時間となる。これが細胞周期の長さである。問題文から、チミジンに標識された細胞(S期の細胞)が細胞集団全体の25%を占めていたので、S期は細胞周期の長さ(16時間)の1/4、すなわち4時間となる。

[Ⅲ]

出題のねらい

筋肉に関する基本的知識と、実験を題材とした論理的思考力を問うた。

解答例

- 問1 ア：平滑筋 イ：アセチルコリン
ウ：カルシウムイオン (Ca^{2+})
- 問2 アクチンフィラメント
- 問3 ミオシン頭部におけるATPの加水分解と解離に伴って、ミオシン頭部の立体構造が変化し、アクチンフィラメントとミオシンの間に滑りの力が生じる。
- 問4 1) サルコメアが長くなるにつれて、アクチンフィラメントに接することのできるミオシン頭部の数が減るから。
2) $1.6 \mu\text{m}$
3) $0.6 \mu\text{m}$

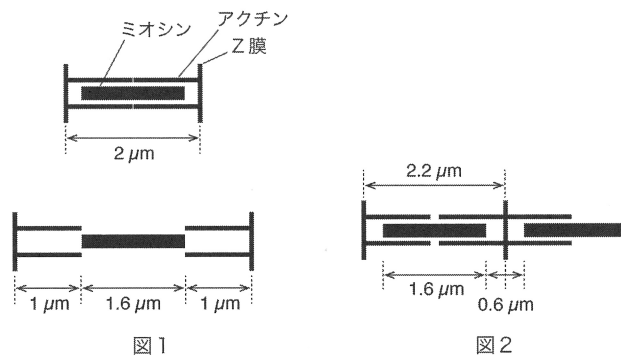
解 説

問 3

設問は「簡潔」な説明を求めるものであったので、解答例のように最低限の内容が含まれていれば正解とした。もちろん、トロポニン等に言及した詳細な答案も正解とした。

問 4

- 2) 図1にサルコメアが $2\mu\text{m}$ 、 $3.6\mu\text{m}$ の時の状態を模式的に示す。図より、アクチンの長さは $1\mu\text{m}$ 、ミオシン(暗帯)の長さは $1.6\mu\text{m}$ であることが分かる。
- 3) サルコメアが $2.2\mu\text{m}$ のときの様子を模式的に示すと図2のようになる。従って明帯は $0.6\mu\text{m}$ である。



[Ⅳ]

出題のねらい

日本に生息する動物を題材に、生態や進化に関する基礎的な知識や考え方を問うた。

解答例

- (1) 56.1
(2) 69.5
(3) 99.3
(4) 利用できる食物量に限界があること。
(5) 日本は降水量が十分にあるので、ふつうの場所では森林が成立するため。
(6) 森林の伐採跡地
(7) 植物を採食するニホンジカの数が増えるとハタネズミの食物が減るため、ハタネズミは減少する。
(8) 日本は島国であるため地理的隔離による種分化が起きやすいから。

解 説

- (1) 2回目に捕獲された41頭のうち23頭にマークが付いていたので、調査範囲にいるネズミのうちマークが付いているのは、 $23 \div 41 \times 100 = 56.1$ (%)と推定される。
- (2) 1回目に捕獲されマークが付けられた39頭が 0.7ha の調査範囲にいるネズミのうちに占める割合は、2回目に捕獲されたネズミのうちに占めるマーク個体の割合に等しいと考えられるので、全体の個体数は $39 \times 41 \div 23 = 69.5$ (頭)と推定される。
- (3) 0.7ha の範囲にいるネズミの数が69.5頭と推定されるので、 1.0ha 当りの個体群密度は $69.5 \div 0.7 = 99.3$ となる。
- (4) ある生物に関して、ある環境が長期にわたって支えられる個体数を環境収容力という。この環境収容力は、利用できる食物の量や生活空間などで決まる。また、個体数の増加が捕食や冬の寒さなどによって抑えられている場合も考えられるので、これらも正解である。
- (5) 日本は降水量が十分にあるので、ふつうの場所では森林が成立し、自然の草原は樹木が生育できない高山帯や湿原など特殊な環境にしかみられない。
- (6) 人間活動によってつくり出される草原的な環境としては、森林の伐採跡のほかに牧場、農耕地などがあり、これらも正解である。
- (7) 植物を食べるニホンジカは、同じく植物を食べるハタネズミとは競争関係にある。シカの生息密度が高まると地表の植生は消失してしまうので、ハタネズミは減少すると考えられる。ただし、このような単純なことが実際に起きているかどうかは調査をしてみないと判らない。解答の中に、ニホンジカが樹木の芽生えを食べることにより、森林が更新せず草原になるので、ハタネズミが増えるというものがあつた。そのようなことが起きる可能性もあるので得点を与えた。
- (8) 日本は島国であるため大陸では絶滅したものが生き残っているから(このようなものを遺存固有種という)、などの答えも正解である。