

琉球大学

生物

問題

2019年度入試

【学部】 教育学部、理学部、医学部、農学部

【入試名】 前期日程

【試験日】 2月25日

【試験時間】 医(医) ; □2科目で100分、医(保健)・教育・理・農 ; 1□科目で100分

【問題解答前の確認事項】

〔備考〕 医学部医学科受験者は1・2を、その他の受験者は1～4を解答すること。



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

酵素タンパク質は、様々な化学反応の触媒として生命活動に不可欠な働きをしている。タンパク質は酵素以外にも、コラーゲンやケラチンのような構造タンパク質、**1**やミオシンのような運動に関わる収縮タンパク質、免疫グロブリンのような生体防御タンパク質、その他、輸送タンパク質や蛍光タンパク質などがあり、生体におけるタンパク質の機能は極めて多様である。この多様な機能とタンパク質の構造には密接な関係がある。

タンパク質は、アミノ酸が**2**結合してできたポリマーである。タンパク質には固有のアミノ酸配列があり、これを一次構造という。アミノ酸配列によっては、**3**構造やβ-構造(βシート)の二次構造を見せる。さらに、システイン分子のSH基間で生じる**4**結合などのアミノ酸側鎖間での相互作用によって複雑で特徴的な立体構造(三次構造)を形成する。ヘモグロビンのように、複数のポリペプチドが集合してタンパク複合体を形成し四次構造を持つものもある。このように精密な構造を持つタンパク質も、最終的には他の生物の代謝によって単純なガス状分子にまで分解される。

タンパク質に含まれる窒素は、分子形態を変えて生物圏と大気圏間で循環している。^(a)多くの陸上の生態系では、生物の死骸や糞などに含まれている有機窒素化合物が土壌微生物の働きで無機窒素化合物へと分解される。無機窒素化合物は、植物によってアミノ酸などの有機窒素化合物に変換される。自然環境下では利用できる無機窒素量には限りがあるため、利用できる無機窒素量は植物生育の限定要因の一つである。

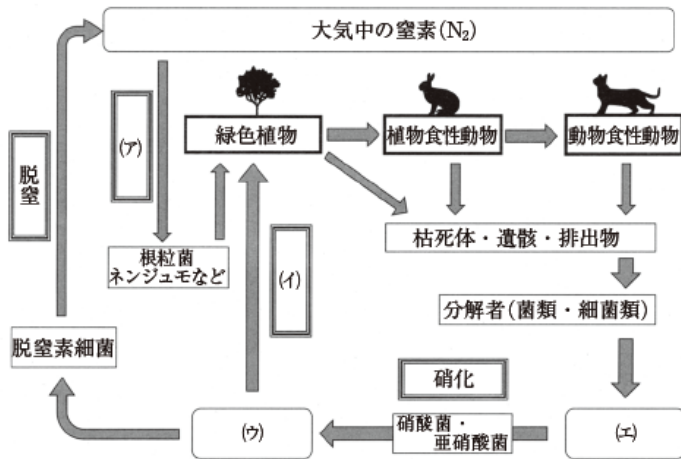
5植物のように、窒素固定細菌を根に共生させることによって大気窒素ガス(N₂)を利用し、貧窒素環境での生育を可能にしている植物もある。一定の生産量を必要とする農業耕作地では、化学肥料による人為的な窒素の供給が不可欠となっている。近年、人間活動によって窒素循環のバランスも変化し、自然生態系へ様々な影響を与えていることが報告されている。

問1. 文章中の**1**～**5**に最も適切な語句を以下の語群(ア)～(ツ)より選び、その記号を記入しなさい。

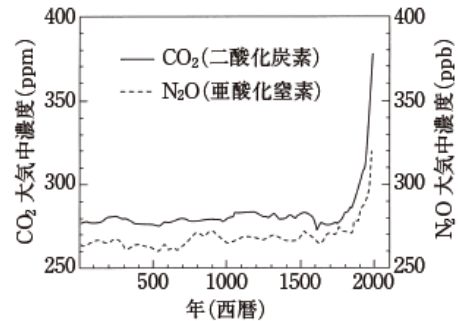
- (ア) イオン (イ) ペプチド (ウ) 疎水 (エ) 二重らせん (オ) 三重らせん
- (カ) α-らせん(α-ヘリックス) (キ) アラニン (ク) グリシン (ケ) ジスルフィド (S-S)
- (コ) シャペロン (サ) アクチン (シ) デンプン (ス) アデニン (セ) グアニン (ソ) シトシン
- (タ) イネ科 (チ) マメ科 (ツ) ウリ科

問2. 図Iは、下線部(a)に関する模式図である。図Iの中の**(ア)**～**(エ)**に最も適切な語句を記入しなさい。

問3. 地球環境変動および地球温暖化の原因として、産業革命(おおよそ1750年頃)以降の化石燃料使用増加による二酸化炭素の大気濃度上昇が有力視されている。亜酸化窒素(一酸化二窒素、笑気ガス、N₂O)は、二酸化炭素よりも大気を暖める効果が強いガス状分子として知られている。また、亜酸化窒素は、脱窒素



図I 生物が関わる窒素の循環



図II 二酸化炭素と亜酸化窒素の大気中濃度の年変動 (IPCC 気候変動に関する政府間パネル第4次評価報告書をもとに作成)

(脱窒)細菌などの土壌細菌の窒素代謝の過程で発生することが知られている。図IIのグラフを見ると、亜酸化窒素も二酸化炭素と同じように近代から大気濃度が急激に上昇している。亜酸化窒素の大気濃度上昇について、化石燃料使用および工場からの直接的排出以外で考えられる人為的原因を、生物が関わる窒素循環の観点から答えなさい。(解答欄 18×3cm)

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

AさんとBさんが釣りに来た湖は、かつてワカサギ釣りで有名だったが、近頃は外来種のおオクチバス(図Ⅲ)釣りで有名になっているようだ。

Aさん「おオクチバスって^(a)特定外来生物に指定されていて、琵琶湖では釣り上げたおオクチバスの再放流が条例で禁止されているそうだよ。」

Bさん「へえ～。日本にいなかった魚だからというのが問題なのかな？肉食魚なんて、在来種の名ズとかもいるのに、なんでおオクチバスが問題になるの？」

Aさん「名ズのことはちょっとわからないけど、おオクチバスってオスが巣を作って、そこにメスが産卵して、オスがその後、ちゃんと卵から2～3cmの仔魚になるまで保護するんだって。」

Bさん「本当！？じゃあおオクチバスってイクメンってことね。結構やるんだね～。卵や仔魚って、どんなに強い魚でも弱いはずだから、それが守られるというのは、どんどん増えてしまう原因になるんだろうね。ところでこの湖にどのくらいおオクチバスがいるのかな？」

Aさん「それは去年の調査の結果を見ると分かるよ。^(b)標識再捕法という方法で調べたんだって。」

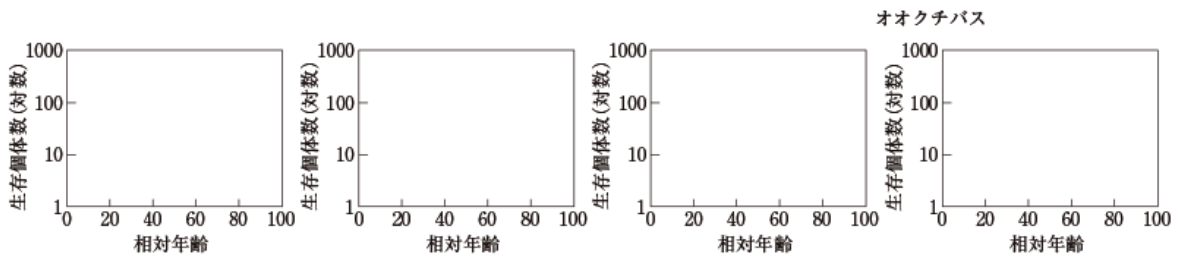


図Ⅲ オオクチバス

問1. 文章中の下線部(a)にある特定外来生物として正しいものを下記の語群より1つ選び、その記号を答えなさい。

- (ア) ライチョウ (イ) ウシガエル (ウ) ヘゴ (エ) アラカシ (オ) アホウドリ (カ) ゲンゴロウ
(キ) ススキ (ク) ハイマツ (ケ) オリーブ (コ) オオカナダモ

問2. 文章中にはおオクチバスの繁殖方法として、オスが卵や仔魚を保護することが書かれている。一般的に生物の生存曲線は、大きく3つのタイプに分けられる。それら3つのタイプの生存曲線と、上記の文章から考えられるおオクチバスの生存曲線を、下のグラフの枠に1つずつ描き入れ、なぜおオクチバスの生存曲線をその様に描いたか、理由を説明しなさい。ただし、相対年齢0の時の生存個体数を1000匹とする。
(解答欄 説明：11×4cm)



問3. 下線部(b)の標識再捕法を用いて推定されたおオクチバスの個体数は、以下の文章の情報に基づいている。この湖に何匹のおオクチバスが生息していると推定されたのか。推定法および算出方法を説明しなさい。

投網^{とあみ}などを用いて1回目の採集をおこない、おオクチバスを1300匹採集した。採集した全ての個体に標識を施し、魚が十分回復した後、湖に放流した。数日後、1回目と同じ方法で2回目の採集をおこなったところ、2310匹が採集され、そのうち標識魚が300匹であった。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

生命は、原始地球の無生物環境下で、アミノ酸や核酸などの有機物が化学進化の過程を経て誕生したと考えられている。現在見られる生物の大部分は、(a)DNAに遺伝情報を保持しているが、生命誕生初期には、RNAが遺伝情報の保持や酵素的な触媒作用などの基本的な生命現象を担っていたと考える[1]説が支持されている。その後、進化の過程で、より効率的なシステムが構築され、現在のDNAワールドに移行したと推定されている。初期に出現した生物は[2]核生物であると考えられており、現在の真核生物の誕生には、光合成によって酸素を放出するシアノバクテリアの出現が大きく関わっている。真核生物の成り立ちとして、細胞小器官である葉緑体はシアノバクテリアが、ミトコンドリアは[3]が起源であるとする[4]説が有力である。酸素呼吸によって効率的にエネルギーを得ることで、生物はさらに進化し、陸上に進出するなど、長い年月をかけて様々な環境に適応するように多様化していった。進化の過程では、まず、生物集団の中で遺伝子の変化([5])が起こり、それが[6]や遺伝的浮動といった要因によって集団内に広がることで、生物の進化が起こると考えられる。[5]は、遺伝的変異の原因であり、進化の素材となり、DNAの塩基配列の変化によるものと、(b)染色体の数や構造の変化が生じるものがある。[6]は、[5]によってもたらされた変異に応じて、生存率や繁殖率に違いができ、相対的に有利な対立遺伝子が集団中に広まっていくことをいう。

問1. 文章中の[1]~[6]に最も適切な語句を記入しなさい。

問2. 下線部(a)に関する説明として、以下の(ア)~(オ)から正しいものを全て選び、記号で答えなさい。

(ア) DNAを構成する塩基はA, G, U, Cの4種類である。

(イ) DNAポリメラーゼによって新たに合成されるヌクレオチド鎖は、3'側から5'側の方向へのみ伸長する。

(ウ) DNAの遺伝情報がRNAの配列になる過程を翻訳と言う。

(エ) DNAは、糖、リン酸、塩基から構成されるヌクレオチドが基本単位である。

(オ) ポリメラーゼ連鎖反応法(PCR法)は、加熱と冷却を繰り返すことで、特定のDNA断片を増やす手法である。

問3. 下線部(b)の染色体レベルでの現象を表すものを、以下の(ア)~(コ)から全て選び、記号で答えなさい。

(ア) 相変異 (イ) 倍数化

(ウ) 失活 (エ) 鋭敏化 (オ) 定位

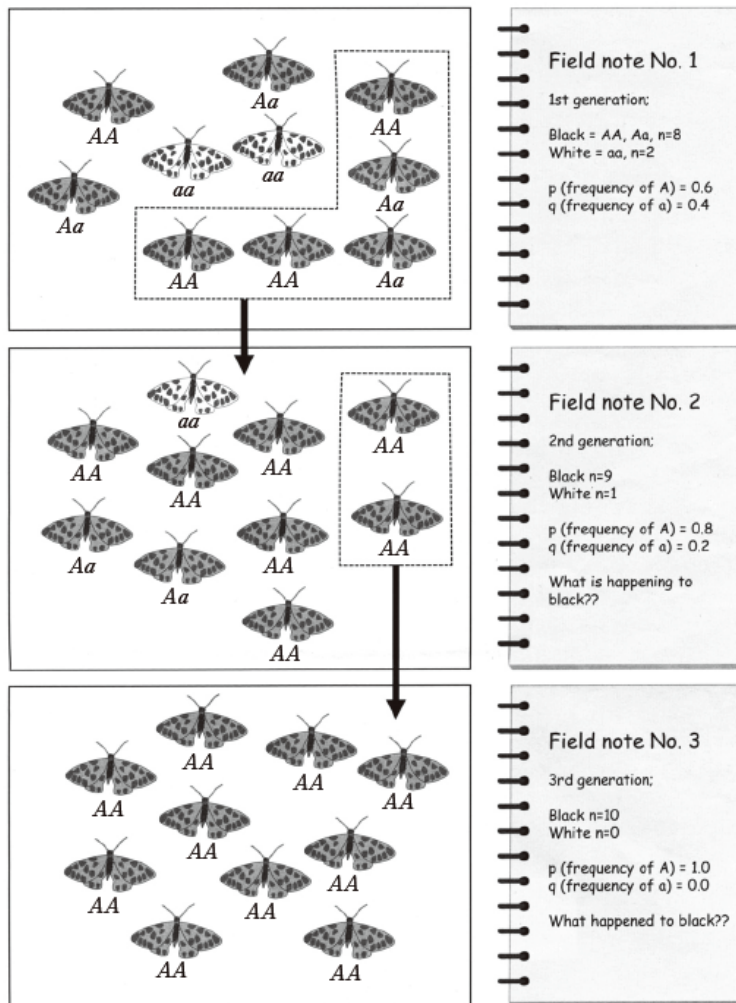
(カ) 重複 (キ) 不等割 (ク) 欠失

(ケ) 変性 (コ) 隔離

問4. 図IV(左)は、あるガの小さな集団の世代を経た個体の生き残りとして、各親世代の集団における対立遺伝子Aとaの頻度を表している。また、図IV(右)は、この現象を観察した生物学者の野帳で、図IV(左)に関するメモである。

本文および図IV(右)のメモを参考にして、図IV(左)で観察されたガ集団の遺伝子プール構成の変化を、以下のキーワードを全て用い、遺伝的浮動の観点から説明しなさい。(解答欄 18×9cm)

キーワード: 対立遺伝子の頻度, 世代, 偶然, 小さな集団



図IV(左)あるガの小さな集団における個体の生き残りと対立遺伝子A, aの頻度
点線で囲われた範囲は偶然的な出来事に基づき子を残した個体(「ケイン生物学」
石川統監訳 304ページをもとに作画)

図IV(右)この集団を観察した生物学者の野帳(generation: 世代, frequency: 頻度)

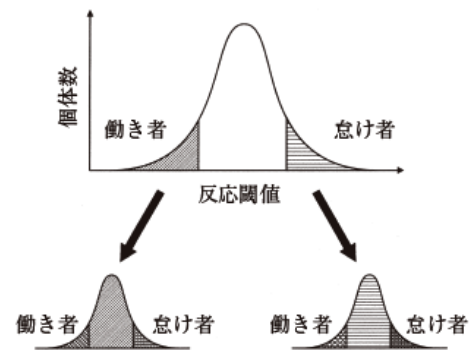
4 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

生物の中には高度に組織化された集団をつくるものがある。[1]と呼ばれる虫たちがその例である。アリは[1]であり、コロニーと呼ばれる集団をつくる。コロニーには生殖に専念する女王と、(a)食物の運搬や幼虫の世話、外敵の侵入に備えるワーカーがいて、[2]という分業が見られる。ワーカーは女王の娘であるが、自分の子を残すことは稀な例を除いてない。ワーカーはひたすら他者に尽くしているように見えるが、その振る舞いには遺伝的な仕組みが関係している。アリの染色体は雌が[3]体で雄は[4]体であり、父と女王両方のゲノムをもつ受精卵は雌に、女王が生む未受精卵は雄になる。これによりアリでは、両親が同じ場合には、個体間で祖先の遺伝子を共有する確率で表される[5]が母子間は1/2、姉妹間は3/4、姉弟間は1/4となる。また、コロニー全体では生まれる子の性比は雌に大きく偏っている。つまり、ワーカーが身を粉にして働くのは、自分の子以外の個体も含めて自身の遺伝子をどれだけ残せたかの尺度である[6]を大きくするためと解釈することができる。



ワーカーは本当に働き者なのだろうか。アリのコロニーをよく観察すると、実は2割ほどのワーカーは仕事をせずに休んでいる。アリの世界にも怠け者がいるのだ。

1匹の女王と多数のワーカーから成るコロニーをつくるシワクシケアリで、次のような実験を試みた。コロニーから怠け者と働き者のアリをそれぞれ取り出して、怠け者だけから構成される怠け者集団と、働き者だけから構成される働き者集団をつくり行動を観察した(図V)。すると、いずれの集団でも一部のアリは働くが一部は働かなくなってしまった(図V)。次に、索餌やコロニーの掃除などの仕事(刺激)に対して、行動を起こすのに必要な刺激の限界値を「反応閾値」と定義し、反応閾値をシワクシケアリのワーカーについて調べてみた。すると、個体ごとにその値は異なっていることがわかった(図V)。アリがどのくらい身軽に仕事を始めるかには個体差がありそうである。換言すると、働かないアリは働かないのではなく、反応閾値が高く、仕事に着手するのが遅いということで、真の意味での怠け者ではない。とはいえ、反応閾値が高い個体がいる集団は、仕事の効率性が低く、コロニー全体で高い成果を望めないように見える。このことについて、コンピューター上でシワクシケアリの仮想実験を行うと、全員が働き者(反応閾値が低い)から構成される集団では仕事の効率は良く成果も上がるが、怠け者(反応閾値が高い)が含まれる集団では仕事の効率が劣り成果も少ないという結果が得られた。しかし、これは短期間での話で、より長い時間についてみると、働き者集団の仕事はやがてストップして成果はゼロとなるが、怠け者が含まれる集団の仕事は継続して成果を出し続けるという違いが生じていた。これは一見すると矛盾した現象に見えるが、アリのコロニーが長く維持される仕組みをうまく説明することができる。アリもヒトと同じように動くときに筋肉を使うため、働き者のアリも怠け者のアリも働けば消耗して疲れる。実は、それがコロニーという集団を長期にわたり維持することに関係していると考えられる。このことを人間の社会にも当てはめると、同じように働く画一化された構成員ばかりではなく、なかなかやる気にならなくても潜在的には仕事ができるような人も構成員として受け入れることが、持続的な社会の維持には大切であるという示唆が得られる。



図V シワクシケアリのコロニーを構成するワーカーの反応閾値の頻度分布(上)、およびコロニーから働き者と怠け者を取り出して新たなコロニーを人為的に作成した場合のワーカーの反応閾値の頻度分布(下)(Ishii & Hasegawa 2013, Journal of Ethology 31: 61-69, 62ページをもとに作画)

問1. 文章中の[1]～[6]に最も適切な語句を記入しなさい。

問2. 下線部(a)に関し、アリはエサを見つけて巣に戻る際にルートを示す情報伝達物質を地面に残しておくことが知られている。このような同種他個体に行動や発育の変化を促す物質を総称して何と呼ぶか答えなさい。

問3. シワクシケアリのコロニーが働き者のワーカーばかりではなく、一部の個体は怠け者(刺激への反応閾値が高い)のワーカーである方が、コロニー集団を長期的に維持できるのはなぜだと考えられるか。本文と図Vを参考にして200字以内で説明しなさい。