

(平 18 前)

# 理 科

	ページ
物 理	1～ 6
化 学	7～14
生 物	15～23
地 学	24～28

- ・ ページ番号のついていない紙は下書き用紙である。

- 注意 1 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。
- 2 生物の問題Ⅳ，Ⅴは選択問題です。どちらか1つを選択して解答しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

# 生 物

問題Ⅳ、問題Ⅴは選択問題です。どちらか1つを選択して  
解答しなさい。重複回答の場合は採点しません。

I 以下の文章を読んで、問1～3に答えなさい。(配点19点)

からだの外表面や管状構造の器官の内表面、器官の外表面を覆う **ア** 組織の細胞は保護や吸収、分泌、刺激の受容などの働きをもつ。この種の細胞には爪や髪の毛を構成する **イ** というタンパク質を合成するものがある。

情報を伝える働きをもつ神経組織のニューロン(神経細胞)は2種類の突起を持つという特徴がある。ニューロンは他のニューロンと **ウ** と呼ばれる部位で情報の伝達を行う。

運動にかかわる筋肉組織の細胞は収縮性を持つ細長い細胞である。骨格筋や心筋の細胞には横じまがみられ横紋筋とよばれる。一方、消化管や血管の細胞には横じまはみられず **エ** 筋とよばれる。これらの収縮は **オ** と **カ** という2種類のタンパク質が相互作用することによって生じるが、このときのエネルギー源として **カ** により使用されるのが **キ** という物質である。

**キ** はグルコースが酸化され **ク** と水になる過程で産生される。

動物のからだの各組織間を埋めて、柔軟性や可動性を保つ助けとなっているのは **ケ** 組織である。この組織は細胞とそれらを取りまく多量の細胞間物質からなっている。この組織の1つである血液は、酸素やグルコース、ホルモンといった物質の運搬や生体防御などを行っている。

問1 空欄 **ア** ～ **ケ** にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問2 ニューロンの持つ2種類の突起の名称と形態的特徴、およびそれらの情報伝達における役割を60字以内で説明しなさい。

問3 血液中のグルコース濃度(血糖値)は各種のホルモンによって調節されている。あるホルモンが血糖値の低下をもたらす機構を、そのホルモンの名称、それを分泌する器官と細胞名も含めて、80字以内で記述しなさい。

II 次の文章を読んで、問1～3に答えなさい。(配点19点)

我が国の主食作物であるイネについて考えてみよう。イネは二倍性の単子葉植物でその繁殖様式は自殖性であるため、通常、遺伝子型はホモ接合型の純系となっている。

今、草丈が低くて倒れにくい(劣性  $a$  遺伝子を持つ)が病気に弱い(劣性  $b$  遺伝子を持つ)系統と、草丈が高くて倒れやすい(優性  $A$  遺伝子を持つ)が病気に対して抵抗性のある(優性  $B$  遺伝子を持つ)系統を交雑して、草丈が低くて倒れにくく、病気に対して抵抗性の系統を遺伝的に固定しようと思う。

交雑後の雑種第一代( $F_1$ ) では、すべての個体が草丈が高く病気抵抗性を示した。<sup>(1)</sup>  $A(a)$  遺伝子と  $B(b)$  遺伝子は互いに独立に遺伝するものとする、 $F_1$  個体を自殖して得られる  $F_2$  個体群で、草丈が低く病気抵抗性を示す個体の割合は  になると考えられる。また、草丈が低く病気抵抗性を示す  $F_2$  個体の中で、それぞれを自殖して得られる  $F_3$  個体群でもこれらの形質が分離せず、草丈が低く病気抵抗性を示す  $F_2$  個体の割合は  になると考えられる。

ところが、この  $F_1$  個体に実際に検定交雑を行ったところ、<sup>(2)</sup>  $A(a)$  遺伝子と  $B(b)$  遺伝子は連鎖しており、両遺伝子間の組換え価が 10% であることが分かった。この場合、 $F_2$  個体群で草丈が低く病気抵抗性を示す個体の割合は  になると考えられる。また、草丈が低く病気抵抗性を示す  $F_2$  個体の中で、それぞれを自殖して得られる  $F_3$  個体群でもこれらの形質が分離せず、草丈が低く病気抵抗性を示す  $F_2$  個体の割合は  になると考えられる。

一方、この  $F_1$  個体のおしべの<sup>やく</sup> 薬を培養すると、薬内の花粉が分裂してカルスを形成する。このカルスから植物体を再生させると、染色体数の倍加がおこり二倍性個体が得られる。これらの個体群の中では、草丈が低く病気抵抗性を示す個体の割合は  になると考えられる。

問1 空欄  ～  にあてはまる分数を解答欄に記入しなさい。

問 2 下線部(1)のような雑種の作出方法以外に、最近では細胞融合による体細胞雑種の作出も行われている。通常の交雑雑種第一代と体細胞雑種第一代とでは、核の倍数性はどのように異なるのか、30 字以内で説明しなさい。

問 3 下線部(2)に関する以下の(A), (B)に答えなさい。

(A) この検定交雑では、 $F_1$  個体(遺伝子型： $AaBb$ )に対してどのような系統を交雑するのか、次の中から選んで解答欄に記号で答えなさい。

- (ア) 草丈が高く病気に抵抗性の系統
- (イ) 草丈が高く病気に弱い系統
- (ウ) 草丈が低く病気に抵抗性の系統
- (エ) 草丈が低く病気に弱い系統

(B) (A)で選んだ系統の遺伝子型を書きなさい。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点19点)

私たちのからだを作っている細胞の大部分は、体液という液体に接しており、体液は内部環境とも呼ばれている。外界の環境が変化しても、体液の状態は内分泌系や自律神経系、臓器の働きによって常にほぼ一定に保たれている<sup>(1)</sup>。私たちのような多細胞生物は膨大な細胞群から構成されているため、個々の細胞は直接外界と物質交換をすることができない。そのために発達してきたのが循環系である。私たちの体液は血液、組織液、リンパ液などからなり、これらをからだ全体に循環させることによって体液に溶けた物質をからだの隅々まで行きわたらせることができる。血液には液体成分のほかに、細胞成分である赤血球、白血球、血小板<sup>(2)</sup>などが含まれ、それぞれ酸素の運搬、生体防御、血液凝固の役割を担っている。脊椎動物では、心臓から出た血液は、動脈から毛細血管を経て静脈へ流れ、再び心臓へと戻る。

心臓の拍動は自律神経によって支配されており、流れる血液量は必要に応じて自動的に調節されている<sup>(3)</sup>。

心筋と骨格筋はいずれも横紋筋の仲間である。個々の細胞の性質を調べると両者ともある閾値<sup>いきち</sup>以上の刺激で収縮するという「全か無かの法則」に従っている。しかし、心筋の細胞の間には特殊な情報連絡経路があり、どの筋細胞も同じ閾値を持つように仕組まれている。これに対して骨格筋は筋細胞どうしの間にこのような特殊な連絡が無く、個々の細胞はある範囲で異なる閾値を持っている。この違いが心筋細胞の集団である心臓の整然とした拍動を可能にしている。

問1 私たちのからだに備わった下線部(1)のような働きをなんと呼ぶか。10字以内で答えなさい。

問2 下線部(2)の細胞のスケッチをするため、ヒトの新鮮血液一滴をスライドグラスに薄く延ばし、ギムザ液で染色して光学顕微鏡で観察した。赤血球、白血球、血小板の細胞について相対的な大きさおよび核の有無を考慮して解答欄に図示しなさい。

問 3 下線部(3)で述べた内容を表すように表中のA, Bに自律神経名, C, Dにそれぞれの神経から分泌される代表的な神経伝達物質名をあてはめて表を完成し, 解答欄に記入しなさい。

	A	B
神経伝達物質	C	D
心 拍 数	増	減

問 4 心筋組織と骨格筋組織に種々の強さの単一刺激を与えて収縮運動をみた場合, 刺激の強さと収縮力の関係はどのようになるか, それぞれについて解答欄にグラフを図示しなさい。

問題Ⅳ、問題Ⅴのうち1つを選んで解答しなさい(重複回答の場合は採点しません)

Ⅳ (選択問題) 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点18点)

自然の中で同種の生物はある程度まとまって分布していることが多い。動物、植物にかかわらず、ある地域に生活する同じ種類の生物個体の集まりを個体群という。個体群の大きさは、その地域に存在する同種個体の総数であるが、実際には単位面積あたりの個体数である  として計測されることが多い。自然の中で生物の個体数が一定である事はむしろまれで、個体数の増減が観察される。個体数が増加して高密度となると、一般的に、死亡率が  し、出生率が  <sup>(1)</sup> する。その結果、個体数の増加が  される。このような密度の増加にともなう変化は、 とよばれている。

個体群内の個体数の増加を、個体群の  という。この個体数の増加の程度を、一個体当たり単位時間当たりの個体数の変化として表したのが  である。また、個体群の個体数変化の過程を表したグラフを  という。 が一定であるような個体群では、図中の  のような曲線を描いて個体数が変化していく。このような曲線は理論的に求めることができるが、現実には限られた状況下でのみ観察される。 のもとにある個体群では、図中の  のような曲線を描いて個体数が変化していくと予想される。

1種の個体群内の個体数変化だけでなく、複数種の個体群が存在するときのそれぞれの個体群の個体数変化についても研究がすすめられてきた。共通の条件で単独飼育が可能であり、餌を同じくする2種の生物を実験対象とした混合飼育を通じて種間関係を研究することができる。多くの場合、一時的に2種が共存することはあっても、両種の個体数が一定数以上に達すると片方の種の個体数が減少に転じ、最終的にもう片方の種のみが残る。これは2種の間強い  関係があることを示す結果である。しかし、単独飼育よりも個体数が減少するものの、2種が共存する場合もある。<sup>(2)</sup>

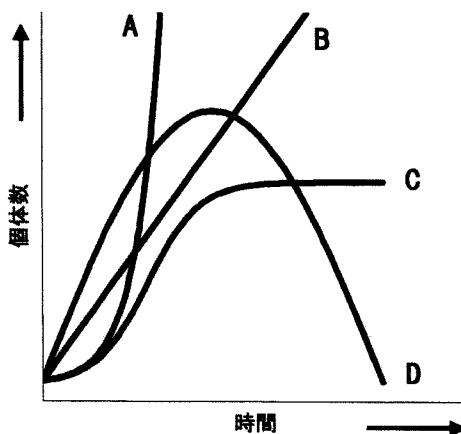
問 1 空欄  ～  にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問 2 空欄  ～  にあてはまる語句を、次の中から選んで解答欄に記入しなさい。

促進      抑制      上昇      低下

問 3 個体数が増加して高密度になると、下線部(1)のような変化が現れる原因について、具体的に考えられることを 50 字以内で説明しなさい。

問 4 下図の曲線 A～D から空欄 ,  にあてはまる、最も適切な曲線を選んで記号で答えなさい。



図：時間の経過に伴う個体数の変化の様子を表した図。

縦軸は個体数をそのまま表しており、対数目盛りではない。

問 5 下線部(2)のような共存を可能にしていると考えられる理由について、最も適切な文章を次の中から選んで記号で答えなさい。

- (ア) 2種が強い共生関係にある
- (イ) 2種が全く競争関係にない
- (ウ) 種間競争の強さが種内競争の強さよりも相対的に小さい
- (エ) 種間競争の強さが種内競争の強さよりも相対的に大きい

問題Ⅳ、問題Ⅴのうち1つを選んで解答しなさい(重複回答の場合は採点しません)

V (選択問題) 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点18点)

植物としてまとめられる生物群は葉緑体によって  を行なう真核生物であり、原始的な生物が葉緑体の原型である  の祖先を取り込んで進化したと考えられている。陸上の植物は動物と違い生育場所から動くことができない。 植物とシダ植物では受精に際して雨水によって  が運ばれるが、受精に水を必要としない  植物は風や動物を利用して花粉を他個体に送りとどける。 植物には裸子植物と  植物が含まれる。花粉媒介を動物に依存する多くの  植物にとって、花は花粉媒介者をおびき寄せる重要な器官である。

北米の山岳地帯に生育するハナシノブ科の草本の一種では、花の平均的な大きさが生育地によって異なることが知られている。ある研究者グループは、大きな花の生育地では大部分の花がマルハナバチによって花粉媒介されており、ハエやスズメガなど他の昆虫による花粉媒介が少ないことに注目し、マルハナバチの行動が花の大きさの違いを進化させたのではないかと考えた。研究者らは、同じ生育地のなかでも花の大きさにばらつきがあること、マルハナバチは大きな花を好んで訪花し、より頻繁に訪花した花ほど多数の種子を实らせることを明らかにした。彼らは実験を重ねて、マルハナバチによる選択的な花粉媒介が大きな花を進化させる要因のひとつであることを確かめた。

さらに、彼らは花の大きさの異なる集団間で種の分化が起きているかどうかを研究したが、集団間では交配が可能であり種の分化には至っていないことが明らかになった。<sup>(2)</sup>

問1 空欄  ～  にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問 2 自然選択による進化が起こるためには、変異(個体間に性質の違いがある)、  
選択(性質の異なる個体間では、残す子の数や生存率が違う)、遺伝(その性質  
の違いが遺伝する)の3つの要件が必要である。これについて以下の(A)、(B)に  
答えなさい。

(A) これらの要件のうち、下線部(1)で不明なものはどれか答えなさい。

(B) 不明な要件の有無を確かめるためにはどのような実験を行ったらいい  
か、50字以内で述べなさい。

問 3 進化は突然変異と自然選択によって起こるのが基本であるが、条件によっ  
ては自然選択が働かずに進化が起こることがある。このことについて以下の(1)、  
(2)に答えなさい。

(1) 突然変異が表現型に現れない分子レベルの遺伝的差異であるとき、その変  
異は自然選択に有利でも不利でもない。このような変異が集団内に蓄積する  
進化を説明する仮説を何と呼ぶか答えなさい。

(2) そうした変異の集団内における遺伝子頻度の変動はどのような要因によっ  
て起こると考えられるか10字以内で述べなさい。

問 4 下線部(2)とは異なり、交配の機会があっても集団間の交配が不可能になった  
状態を何と呼ぶか、5文字以内で答えなさい。