

入試問題・出題意図

理学部
繊維学部

後期日程

【後期日程 理科（生物）】

平成24年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. この問題冊子は試験開始の合図があるまで開いてはいけない。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっているので、解答はすべて解答用紙の指定されたところに記入すること。
3. 学部名、受験番号を解答用紙の指定されたところへ必ず記入し、決して氏名を書いてはいけない。
4. この問題冊子は、36ページある。ページの脱落等があった場合は監督者に申し出ること。
5. 理学部の受験者は、出願の際選択科目として届け出た1科目又は2科目を解答すること。
6. 繊維学部の受験者は、出願の際選択科目として届け出た1科目を解答すること。
7. 下書きには問題冊子の中の余白を使用すること。
8. この問題冊子は持ち帰ること。

出題意図 生物

1

遺伝病や微生物の形質変化について基礎的な事象を理解しているか問うとともに、遺伝子の変化がタンパク質の構造にどのような変化を与えているかを問う。また、遺伝子の本体である DNA や酵素についても基礎的知識を問うている。

2

遺伝学の基礎的知識と、遺伝学的な解析に対する理解度を見る。

3

花成ホルモンに関する基本的な知識を問い、さらに図を読み取る能力、考察する能力を問う問題である。

4

昆虫と植物の進化、ほ乳類の進化と絶滅、およびヒトの進化に関する基礎知識と、ヒトの骨格の変化と DNA 分析によるヒト系譜の分析に関する記述によって応用力を問う。

5

2011 年 10 月には世界人口が 70 億人に達したことが話題を呼んだ。本問題ではこの話題に因んで、実験個体群の個体数変動について、基礎的事項の理解度を問うた。単なる暗記だけでは対応できないように、作図・計算問題も取り入れた。

生 物

- 注意事項： 1. 問題は **1** ～ **5** である。問題 **1** ～ **3** はすべて解答せよ。
2. 問題 **4** または問題 **5** のいずれかを選択して解答せよ。
3. 問題 **4** と **5** のいずれも解答した場合、より高い点数を採用する。

1 次の文章を読み、問1～8に答えよ。

遺伝子がタンパク質でできている酵素の活性を支配していることに約110年前に気づいたのは、イギリスのギャロッドであった。彼は正常な酵素が生産できなくなることに起因するヒトの遺伝性の代謝異常があることを報告した。それは尿が空気にさらされると黒化する症状を示す幼児のアルカプトン尿症であった。これはフェニルアラニンやチロシンが代謝される過程^Aで生じるアルカプトンを分解できないことが原因であった。家系調査などからこの病気がメンデルの法則^Bに従って遺伝^Bすることを見いだした。同様の先天性代謝異常としては(①)症がある。この病気ではフェニルアラニンをチロシンに変えることができない。

原核生物である大腸菌や納豆菌、乳酸菌、真核生物であるパン酵母のような微生物^CもX線や活性酸素^Dなどにより突然変異^Eを起こす。グルコースや塩化アンモニウム、その他必要最小限の無機塩類^Fしか含まない(②)では生育できなくなる突然変異体が生じることがある。しかしこのような変異体でも(②)にいろいろな物質を加えれば生育できるものがあり、(③)株と呼ばれる。そのような突然変異体のなかにアミノ酸の1つであるアルギニンを(②)に加えると生育できるものがある。さらにこのアルギニンを必要とする株のなかに、アルギニンの代わりにオルニチンやシトルリン^Gという物質を加えても生育できる株がある。

問1 文中の(①)~(③)に当てはまる語句を答えよ。

問2 下線部Aでは代謝酵素に異常がある場合がある。酵素にどのような変化が起こっていると思われるか説明せよ。

問3 下線部Bと異なり、ヒトの先天性赤緑色覚異常はメンデルの法則に従わない。日本人では男性の約4.5%、女性の約0.2%が先天性赤緑色覚異常である。ヒトの色覚異常は何という遺伝様式に分類されるか。またその原因遺伝子はどの染色体上にあるか答えよ。

問4 生物は下線部Cのように原核生物と真核生物に分類される。原核生物と真核生物の染色体DNAの形状の違いについて、下記の括弧内の語を用いて説明せよ。

[環状, 直鎖状, 動物体, テロメア, ヒストン]

問5 下線部Dの活性酸素の1つに過酸化水素がある。生体内で発生した有毒な過酸化水素を分解する酵素名を書け。

問6 下線部Eの突然変異には大きく分けて2種類ある。1つは遺伝子突然変異であり、それには塩基の置換や欠失, 挿入がある。もう1つの突然変異について、その突然変異の名称とそれに含まれる突然変異の種類, 4つを答えよ。

問7 下線部Fに含まれる無機塩で核酸の材料になるものは何か答えよ。

問8 下線部Gからどのようなことが分かるか簡潔に説明せよ。

2 次の文章を読み、問1～5に答えよ。

一般に脊椎動物の体細胞には2本ずつ対をなす染色体と、雌雄いずれかで対をなさない染色体がある。対をなさない染色体は(①)と、また対をなす染色体は(②)とよばれ、区別されている。ヒトを含むほとんどのほ乳類では(①)は雄(③)型で、雄では(④)、雌では(⑤)という構成になり、雄にのみ(⑥)染色体がある。雌雄の比を性比とよび、ふつう1:1となる。

ある種の魚はヒトと同じ雄(③)型の(①)をもち、通常は(⑥)染色体をもつものは雄となる。しかし、稚魚の時期に特定のホルモンを与えると雄になる(①)をもちながら雌として成熟し卵を産むもの、また逆に雌になる(①)をもちながら雄として成熟するものを作り出すことができ、これを性転換という。この場合(①)自体には変化が起こらないので、次の世代の個体は、また(①)の構成に従った性になる。

問1 文中の(①)から(⑥)に最も適する用語を入れよ。

問2 下線部について、1:1になるしくみを説明せよ。

問3 正常な雄と性転換で作りに出した雌から得られる F_1 にはどのような(①)構成をもつものがどのような比であられるかを記せ。

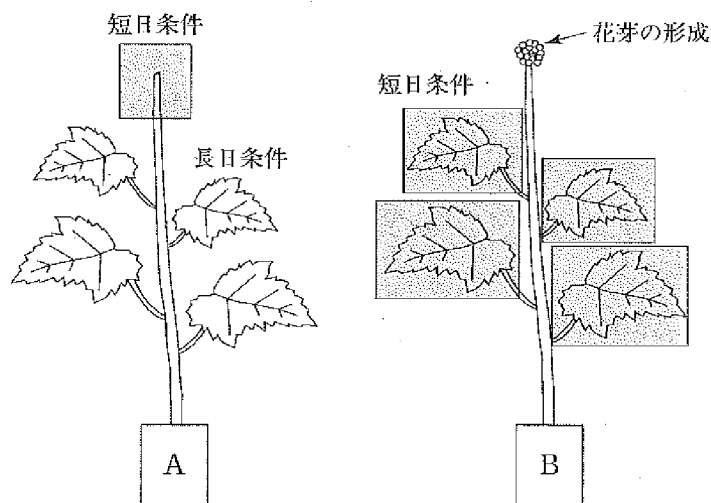
問4 正常な雌と性転換で作りに出した雄から得られる F_1 にはどのような(①)構成をもつものがどのような比であられるかを記せ。

問5 問3で得られた F_1 のうち、ある個体のもつ(①)構成を、この個体を傷つけずに知る方法を記し、その方法で(①)構成が明らかになる理由を述べよ。

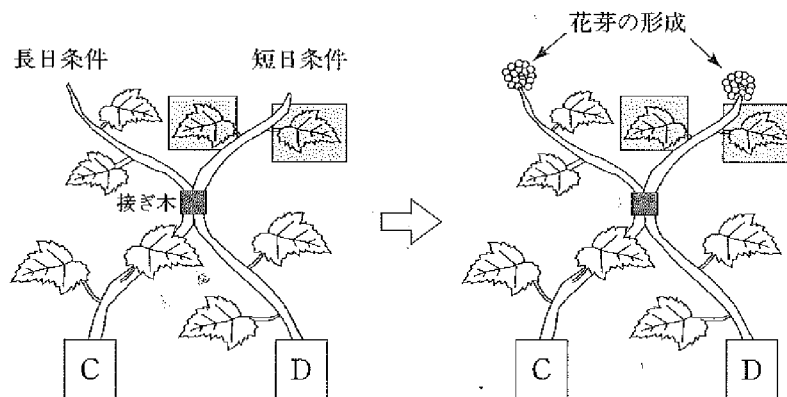
3 次の文章を読み、問1～5に答えよ。

花芽の形成には花成ホルモンが必要である。短日植物のオナモミを用いて以下の実験を行った。

〈実験1〉 オナモミの茎の先端部にある芽を短日条件にし、葉を長日条件にした場合、茎の先端部において花芽は形成されなかった(個体A)。逆に、先端部の芽を長日条件にし、葉を短日条件にした場合は、花芽は形成された(個体B)。



〈実験2〉 2本のオナモミの個体を接ぎ木し、一方の個体を長日条件におき(個体C)、他方の個体の上部の葉を短日条件においた場合(個体D)、両方の個体とも花芽を形成した。



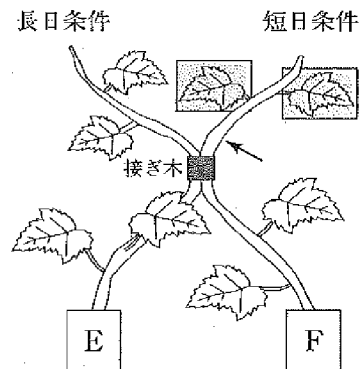
問1 短日植物，長日植物，中性植物について説明せよ。

問2 以下の植物を短日植物，長日植物，中性植物に分類し，解答欄に植物名を記入せよ。

キク，トウモロコシ，ホウレンソウ，コムギ，アサガオ，トマト

問3 実験1の結果から，どのような仕組みで花芽が形成されるかを説明せよ。

問4 実験2と同じように，2個体のオナモミを接ぎ木した。そして以下の図のように，個体Fの矢印のところで形成層よりも外側の部分を環状除皮した後，その枝の上部の葉を短日処理した。接ぎ木された2個体の花芽形成はどのような結果になったと考えられるか，その理由とともに説明せよ。



問5 花芽形成は日長だけでなく，温度によっても影響される。例えば，秋まきコムギでは，一定期間，低温にさらされなければ花芽を形成しない。このような現象を何とよぶか。

4 次の文章を読み、問1～6に答えよ。

新生代では、第三紀の間は温暖な気候が続いたが、第三紀末～第四紀を通して、南極大陸などの大陸上に大規模な氷河が形成された。その拡大と縮小とともに地球の気候は氷期―間氷期を周期的に繰り返すようになった。(①)は中生代の後半に現れ、乾燥に強い種子を持つことで、乾燥した土地にも草原や森林を広げ、白亜紀中期から急速に分布は拡大した。(①)の多くは昆虫を媒介して受粉する花を進化させた。このことは、花蜜を食物とする昆虫を多様化させたと考えられる。実際、昆虫は古生代に出現したが、白亜紀以降に出現した昆虫は、花蜜を食物としているものが多い。

新生代を代表する脊椎動物は、ほ乳類と(②)である。中生代トリアス紀(三畳紀)には、虫類から分かれたほ乳類は、中生代の間、小型で夜間に活動する目立たない動物だったが、恐竜の絶滅後、繁栄して多様化した。特に、現生のほ乳類の大部分を占める(③)は、中生代末期に食虫類として出現し、種々の環境に適応して多様化した。その中には、第四紀の気候変動の中で絶滅するものもいた。

霊長類の祖先は白亜紀の終わりの食虫類とされる。この中から新生代になると、樹上生活に適した(④)が現れた。この仲間は、両眼が顔の前面についており、また、樹上で枝などをつかむために、扁平な平爪が進化している。その後、(⑤)が出現した。これらのサル類では、親指が小型化し、親指が他の4本指と離れて向かい合うようになっている。約3000万年前になると、テナガザル、オランウータン、ゴリラ、チンパンジーなどの(⑥)の祖先が現れた。(⑥)の仲間から分かれ、直立二足歩行する動物を人類と呼ぶ。その中で最古の化石は700万年前のものであり、その後、400万年前頃から、(⑦)が出現した。およそ200万年前になると、(⑧)が現れた。その化石はアジア・ヨーロッパなど、広く旧大陸から出土している。(⑨)人は約37万年前に出現したと推定され、その後、ヨーロッパと中近東に広がったとされている。現在のヒト(ホモ・サピエンス)の直接の祖先は、化石やDNAの分析から約20万年前の(⑩)大陸の集団であると考えられている。ヒトは世界中に広がって民族や国

家を作り、数千年にわたり民族の移動や国家の盛衰を繰り返し、現在、多様な国と地域が作られている。ヒト集団の数千年から十数万年の系譜を DNA の分析から推定することができる。

問1 文章中の空欄①～⑩に最もあてはまる語句を入れよ。

問2 下線部Aのように2種の生物が協調的に進化する現象を何というか答えよ。

問3 下線部Bに関して、次の選択肢の昆虫を古生代に出現した昆虫と中生代白亜紀以降に出現した昆虫に分類し、A～Fの記号で解答欄に記入せよ。

- A ハナアブ B チョウ C トンボ D ゴキブリ
E ハチ F カワゲラ

問4 下線部Cの絶滅した動物名を選択肢の中から2つ選び記号で答えよ。

- A カモノハシ B オオツノジカ C アムールタイガー
D イッカク E マンモス

問5 下線部Dの直立二足歩行にともなって、脳の容積はどの程度大きくなり、また、このとき脊柱の形および足の底の骨格はどのように変化したか、それぞれ答えよ。

問6 下線部Eについて、ヒトの女性または男性の系譜を調べる場合、それぞれ細胞内のどのDNAを分析したらよいか、理由とともに答えよ。

5 次の文章を読み、問1～4に答えよ。

人類はその出現以降、増減を繰り返しながらも増加を続けてきた。特に過去200年間の増加は著しく、世界人口は2011年10月には70億人に達したと推定されている。

一方、実験室内での細菌や昆虫を用いた飼育実験では、個体数の増加が永久に続くことはない。例えば、キイロショウジョウバエの雌雄1対を、十分量の餌の入った一定容量のビンの中に入れて飼育すると成虫の個体数は表1のように増加していく。個体数の増加状態を示す曲線を、個体群の成長曲線という。初期の個体数増加は急速であるが、その後増加率は次第に低下し、個体数はやがて一定になり、成長曲線はS字状になる。個体群密度は、個体群の増加率だけでなく、個体の発育・生理・形態・行動などにも影響を及ぼす。

表1 ハエの成虫数の変化

飼育開始後の日数	3	6	9	12	15	20	25	30	40
ハエの成虫数	2	2	2	18	90	210	270	292	290

問1 表1に基づいて、個体群の1日当たりの増加率を下式で求め、その増加率の変化をグラフに表せ。

$$\text{増加率(\%)} = \frac{\text{測定日の成虫数} - \text{前回測定日の成虫数}}{\text{前回測定日の成虫数} \times \text{前回測定日からの日数}} \times 100$$

問2 下線部の個体群密度の影響は何といわれるか。

問3 個体群密度の影響は様々な動植物で知られている。個体の発育・生理・形態・行動に及ぼす個体群密度の影響を3つ挙げよ。

問4 飼育開始後15日目に、全成虫を雌雄1対ずつに分け、各組を最初のビンと同様の餌を入れた新しいビンにそれぞれ入れ、最初に使っていたビンは廃棄した。ハエが表1と同様に増加した場合、飼育開始後30日目(ビンを替えてから15日目)の成虫の総数を計算せよ。計算式も示すこと。ただし、羽化してくるハエの性比は1:1とし、飼育開始後15日目の成虫の繁殖能力は、飼育開始時と変わらないものとする。