

理学部
繊維学部

後期日程

【後期日程 理科（生物）】

平成23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、決して氏名を書き添えてはいけない。
4. この問題冊子は、37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

植物の生殖と発生の分野の基本的知識について、用語、生殖に伴う核相の変化などを正確に理解しているかを問うている。

2

発生分化について昆虫の変態を例に、内部器官の変化のようすを示すグラフをみて、それが示す内容を正確な読み取ることが出来るか、また読み取ったことより考察ができるかを問うている。

3

たんぱく質と生物体の機能の分野について、基本的知識を問うとともに、表を理解し、それをもとに考察し、計算できるかを見ている。

4

生物の多様性の分野について、示された調査資料をもとに解析し、論理的に組み立て考察できる能力があるかを見ている。

5

生物の集団と環境の分野について、植物の生活に関する現象についての説明文を読み、何故そういえるのかを考察するとともに、仮説をたてて、論理的な説明が出来るかを見ている。

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 ~ 4 に答えよ。

被子植物の多くは雌雄同株であり、同一の個体に雌性生殖器官のめしべと雄性生殖器官のおしべをつくる。しかも、通常は 1 つの花の中に両者が分化する (①) である。一方、雌雄同株ではあるが、雄花と雌花が別々の場所につくられる (②) も一部に見られる。被子植物の雄性配偶子は、動物の精子のような (③) をもたない。雌性配偶子も動物の卵のように (④) をもつ大きな細胞ではない。しかし、いずれも減数分裂をへて生じた細胞である。

被子植物のおしべのやくの中では、(⑤) は減数分裂によって (⑥) となり、それらは 4 個の未熟な花粉になる。この未熟な花粉はやくの中でさらに 1 回分裂し、細胞質の少ない (⑦) と大きな (⑧) に分かれる。やがて、大きな (⑧) の細胞質中に小さな (⑦) が入れ子状に取り込まれ、成熟した花粉となる。

一方、めしべの子房中の胚珠では、(⑨) が減数分裂を行い、4 個の娘細胞を生ずる。このとき、2 回の分裂は不等分裂で 4 個の娘細胞のうち小さな 3 個は退化し、1 個だけが (⑩) となる。この (⑩) では、引き続き核分裂のみが 3 回続けて起こって 8 個の核を生ずる。8 個の核のうち 3 個は、珠孔側で 1 個の (⑪) と 2 個の (⑫) となる。また、他の 3 個の核は珠孔の反対側に移動して、3 個の (⑬) を形成し、残りの 2 個の核は中央に集まり、(⑭) とよば

れる(⑮)の核となる。このようにして胚珠内に(⑪)を含む(⑯)が形成される。

花粉がめしべの柱頭に付着することを受粉という。柱頭に付着した花粉は、すぐに発芽して花粉管を胚珠に向かって伸ばす。花粉管の先端には(⑰)が先導し、つづいて(⑰)が移動するが、まもなく(⑰)は分裂して2個の(⑱)になる。

じゅうぶんな伸長によって(⑯)まで達した花粉管は、2個の(⑱)を放出する。そのうちの1個の(⑱)は(⑪)と受精し、受精卵になる。一方、もう1個の(⑱)は(⑮)の中に入り、そこで2個の(⑭)と合体する。こうして、(⑮)は胚乳核をもつ細胞となる。

E

問1 空欄(①)～(⑱)にあてはまる語句を記入せよ。

問2 植物の成長点をのぞく体細胞の核相を $2n$ としたとき下線AからEの細胞の核相を答えよ。

問3 波線アの現象が同一の花の中で生ずることをなんとよぶか。

問4 波線イの現象をなんとよぶか。

2 次の文章を読み、問1～3に答えよ。

昆虫には、一生の間に卵→幼虫→^{さなぎ}蛹→成虫とその姿を変える、完全変態をするものが多い。幼虫以降の過程は後胚発生とよばれ、生殖能力を備えた一人前の個体としての成虫になるための準備段階と理解することができる。ここでは代表的な実験昆虫であるカイコを使って話を進めよう。カイコが食物を食べるのは幼虫期に限られ、蛹期・成虫期には食物を摂取しない。

図はカイコの雌幼虫が必要量の食草(クワ)を食べ終わり、糸を吐き始めてから羽化にいたるまでの約15日間における、体内各器官に含まれるDNA量の変動を調べたものである。この間に幼虫型組織の崩壊と成虫型組織の構築が行われる。

問1 図には幼虫が吐糸開始後の5種類の器官内のDNA含有量の時間的変化が描かれている。これらのグラフをもとに：

- a 幼虫期で必要だが成虫期では不要な器官
- b 幼虫期で必要だが成虫期ではあまり大きな役割を果たさないと考えられる器官
- c 成虫期で必要となる器官

を1つずつ選び、その考えにいたった根拠を簡単に述べよ。

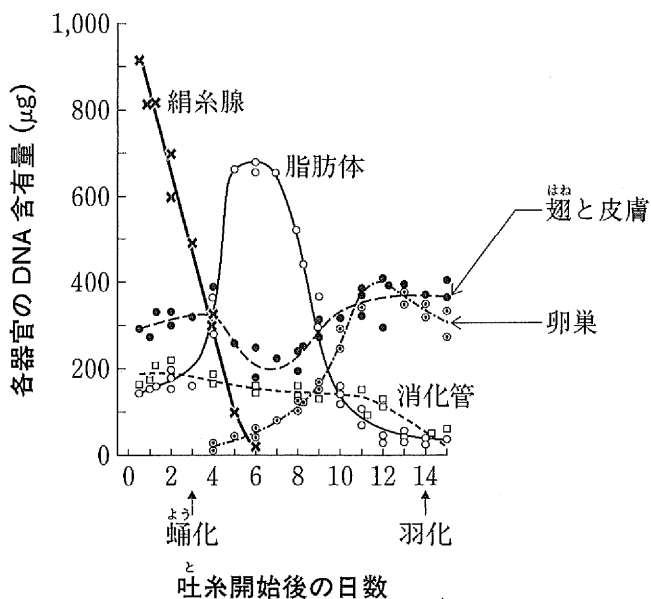
問2 絹糸腺は絹タンパク質を短期間に大量合成する細長い管状の器官である。絹タンパク質は管のまわりを囲むように配置された細胞内で合成され、内部の空間(管腔)中へ分泌され貯蔵される。

図の0～3日目は、カイコが糸を吐き繭を作っている期間であるが、このグラフの特徴から、どのようなことが言えるか。下記の記述①～⑤のうち、このグラフから確かに言えると思われるものには○をつけよ。またこのグラフからは必ずしも言えないと思われるものには×をつけ、その理由を述べよ。

- ① 絹糸腺管腔内の絹タンパク質は、約3日間かけて順調に吐き出される。
その結果、絹糸腺に貯蔵されている絹タンパク質量は急激にしかも直線的に減少してゆく。
- ② 吐糸と並行して絹糸腺細胞の一部は崩壊を始めていると考えられる。
- ③ 蛹になった時点でも、約半数の絹糸腺細胞は崩壊されずに残っていると考えられる。
- ④ 絹糸腺細胞の崩壊は蛹化後も続き、蛹化後約3日間かけて絹糸腺はほぼ完全に消失すると考えられる。
- ⑤ 0日目時点での絹糸腺がもつDNA量は、その他4器官が12日目にもつDNA量を総合した値の約2倍にあたる。

問3 図中に示した器官、「脂肪体」はヒトの肝臓に相当する器官である。すなわち生体物質の合成・分解などの他、解毒作用や貯蔵機能も持ち合わせている。

蛹期間中の脂肪体の働きを、脂肪体、絹糸腺および卵巣のグラフをもとに考え、100～150字で記述せよ。



3 次の文章を読み、問1～4に答えよ。

細胞が有機物を分解してエネルギーを取り出し、ATPを生成するはたらきを(①)という。そのうち、微生物が嫌気的に行う(①)によって糖などの炭水化物などが分解される現象を(②)という。酵母菌は(②)により、1分子のグルコースから(③)分子のエタノールを作り出すが、その際、同時に(④)分子のATPと2分子の(⑤)を生成する。この過程のうち、ピルビン酸が生成するまでを(⑥)といい、関係する酵素が局在する(⑦)で反応が進行する。

エタノールはヒトの体内に入ると、アルコールデヒドロゲナーゼによってアセトアルデヒドとなり、次にアルデヒドデヒドロゲナーゼ2(ALDH2)によって酢酸へと変換される。ヒトのALDH2遺伝子には2つの遺伝子型が存在し、塩基配列が1塩基だけ異なっている。そのため、487番目のアミノ酸がグルタミン酸である正常型とリシンである変異型の2種類のポリペプチドが存在する。これらのポリペプチドが4つ集まってALDH2酵素が形成されるが、変異型ポリペプチドが1つでも含まれると、アセトアルデヒドを酢酸に変換する能力を示さない。ゆえに、変異型のALDH2遺伝子を持つ人は、お酒を飲むと体内にアセトアルデヒドが蓄積しやすく、顔が赤くなったり気分が悪くなったりするなどお酒に弱い体質となる。

問1 空欄(①)～(⑦)に当てはまる語句または数字を答えよ。

問2 下線部Aに関して、酵素は生体内の化学反応を触媒する。酵素が触媒する反応の主な特徴を無機触媒による反応と比較して4つ挙げよ。

問3 下線部Bの塩基配列の変異に関して、正常型 ALDH2 の塩基配列の一部を示す。変異型 ALDH2 では、この配列中に1塩基の置換が生じている。問題文中の条件から、どの位置の塩基がどの塩基に置換していると考えられるか。下の mRNA の遺伝暗号表を参考にして答え、そのように考えた理由を簡単に説明せよ。なお、この塩基配列はすべてアミノ酸を指定している部分である。

正常型 ALDH2 配列の一部： CATACTGAAGTGAAAAC

問4 下線部Cに関して、2本の相同染色体に ALDH2 遺伝子の正常型と変異型をそれぞれ一つずつ持つヘテロ接合体の人のアルデヒドデヒドロゲナーゼの活性は、理論上、正常型ホモ接合体の人の活性の何%となるか。

mRNA の遺伝暗号表

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	UUU } フェニル	UCU } セリン	UAU } チロシン	UGU } システイン	U
	UUC } アラニン	UCC } セリン	UAC } チロシン	UGC } システイン	C
	UUA } ロイシン	UCA } セリン	UAA } 終止	UGA } 終止	A
	UUG } ロイシン	UCG } セリン	UAG } 終止	UGG } トリプトファン	G
C	CUU } ロイシン	CCU } プロリン	CAU } ヒスチジン	CGU } アルギニン	U
	CUC } ロイシン	CCC } プロリン	CAC } ヒスチジン	CGC } アルギニン	C
	CUA } ロイシン	CCA } プロリン	CAA } グルタミン	CGA } アルギニン	A
	CUG } ロイシン	CCG } プロリン	CAG } グルタミン	CGG } アルギニン	G
A	AUU } イソロイシン	ACU } トレオニン	AAU } アスパラギン	AGU } セリン	U
	AUC } イソロイシン	ACC } トレオニン	AAC } アスパラギン	AGC } セリン	C
	AUA } イソロイシン	ACA } トレオニン	AAA } リシン	AGA } アルギニン	A
	AUG } メチオニン	ACG } トレオニン	AAG } リシン	AGG } アルギニン	G
G	GUU } バリン	GCU } アラニン	GAU } アスパラギン酸	GGU } グリシン	U
	GUC } バリン	GCC } アラニン	GAC } アスパラギン酸	GGC } グリシン	C
	GUA } バリン	GCA } アラニン	GAA } グルタミン酸	GGA } グリシン	A
	GUG } バリン	GCG } アラニン	GAG } グルタミン酸	GGG } グリシン	G

4 次の文章を読み、問1～4に答えよ。

日本の山岳域に広域分布するある昆虫において、高標高域では翅が短く、褐色を帯びる個体が出現する種内変異型が知られている。東北地方のX山、中部地方のY山とZ山で、この昆虫の分布調査を行ったところ、それぞれの山の高標高域に褐色-短翅型の個体が認められた。標高の低い山麓部では、一般的な透明-長翅型の個体が認められた。これらの形態型間には、翅以外の部位の形態差や雌雄差は認められなかった。両形態型が混生する標高域がわずかにみられたが、図中に矢印で示したような標高で両形態型が帯状の分布をしていた。ここでは、分布境界よりも高い標高域(H域)と低い標高域(L域)を、図示したようにそれぞれ区別し、山の名前との組み合わせにより、X-H域、X-L域などと表記する。

褐色-短翅型は、「高標高(H)域では適応的であるために、各山で平行的に分化した種内変異である^A」との考えがあるが、その一方で、中間的な形態をもつ個体がみられないことや、生息する標高域(生息環境)が異なることなどから、「単なる種内変異ではなく、別種として扱われるべき程度にまで分化が進んでいる^B」とする研究者もある。

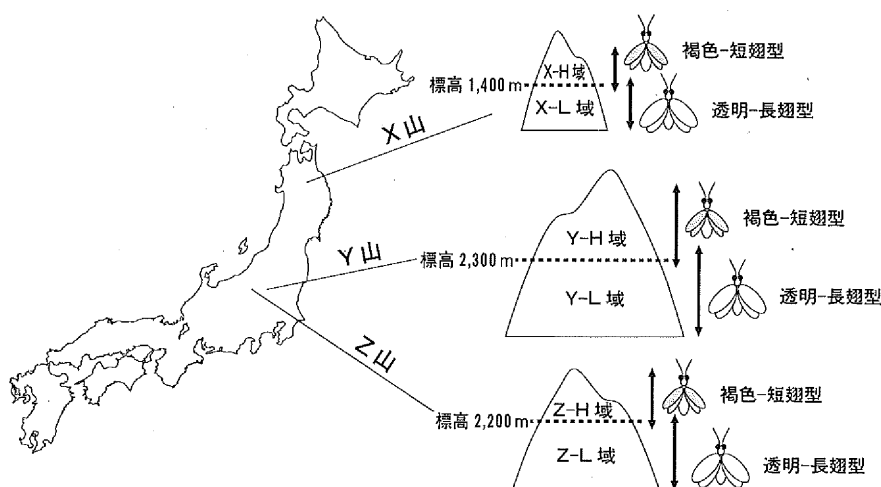
このような背景から、それぞれの山のH域とL域から、各形態型を2個体ずつ採集し、経験上、このグループの昆虫の種識別に有効とされ、機能的に中立である(アミノ酸を指定していない)遺伝子領域のうち、1,000塩基対のデータを用いて分子系統解析を行った。その結果、解析に用いた12個体(個体A-L)の間には、表に示すような10箇所の塩基置換が認められた。

問1 系統的に近縁であるほど塩基置換率が小さいとの仮定のもと、表に示した塩基配列の結果に基づき、12個体間の類縁関係を示す樹状図を描け。ただし、全く同一の塩基配列を有する個体は一つの枝として示すこと。

問2 問1の結果に基づくと、下線部AとBの解釈は、いずれが妥当であるか。その理由を簡潔に説明せよ。

問3 下線部Aのように、高標高域(H域)において短翅であることや褐色の翅をもつことが適応的であるとする見解があるが、それはどのような理由からと考えられるか、考察せよ。

問4 下線部Bのように、同種あるいは別種のいずれであるのかを判別する際、分子系統解析法は有効な手法の一つであるが、この方法の他に、最も有効であると考えられる手法を一つあげ、簡潔に説明せよ。



			塩基置換がみられた10箇所の塩基情報									
X山	X-H域	個体A	C	C	T	A	A	C	A	C	T	G
		個体B	C	C	T	A	A	C	A	C	T	G
	X-L域	個体C	C	C	T	A	A	C	A	C	T	G
		個体D	C	C	T	A	A	C	A	C	T	G
Y山	Y-H域	個体E	A	T	C	C	T	T	G	T	A	A
		個体F	A	T	C	C	T	T	C	G	A	A
	Y-L域	個体G	A	A	C	C	T	T	C	G	A	A
		個体H	A	A	C	C	T	T	C	G	A	A
Z山	Z-H域	個体I	A	A	C	C	T	T	C	G	A	A
		個体J	G	G	C	C	T	T	C	G	C	C
	Z-L域	個体K	G	G	C	T	T	T	C	G	C	C
		個体L	G	G	C	T	T	T	C	G	C	C

5

次の文章を読み、問1～4に答えよ。

落葉広葉樹であるコナラの雑木林の林床に生育している植物を、年間を通じて観察することにした。春になるとイチリンソウが花を咲かせしばらくすると地上部が枯れてしまった。その一方で低木のアオキは一年中緑の葉をつけて生育していた。また、上層を覆うコナラは十分に大きく堅果の生産もしていたが、その実生(芽生え)は見当たらなかった。林の縁の日の当たる場所ではイネ科のススキが生育していた。近くの小川の川岸では、イヌタデなどの一年生草本が生育していた。

問1 イチリンソウは春のうちだけ展葉、開花し、結実後には地上部が枯れてしまった。しかし、イチリンソウの個体群は死滅することなく毎年同じように開葉、開花、結実を繰り返していた。暗いと考えられる林の中でイチリンソウはどのように光を得て光合成をし、個体群を維持していると考えられるか。

問2 コナラの実生が見当たらなかったのはなぜか。一方アオキは、なぜ生育出来ているのか。光合成特性の観点から両種の違いを考察せよ。

問3 ススキは他の植物よりも、明るく、温度の高いところがより好適だと考えられる。どのような理由が考えられるか、仮説を立てて考察せよ。

問4 川岸に生育していたイヌタデは一年生草本である。一般には、一年生草本、多年生草本はそれぞれに有利な環境があると考えられる。どのような環境が有利か、両者を比較して200字程度で説明せよ。