

(生物)

後期日程

理学部
繊維学部

平成22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、38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。

生物 出題意図

1

実験結果を読み解き論理的な結論を導けるか、さらに検証実験を論理的に組み立てることができるか、を問う出題である。

2

動物の内部環境および恒常性に関する基礎的知識と共に、グラフおよび表を読み解く能力を問うことを目的とした。

3

転写と翻訳、という遺伝子の発現に関する基本事項についての理解を問うとともに、一遺伝子一酵素説を提唱したビートルとテータムの実験を題材として、実験結果から論理的に考察する能力を問うことを目的とした。

4

問題文を注意深く読みとる能力があるか、初めて知った生物現象に対して短時間で的確に理解することができるか、仮説を確かめるための実験を適切に企画・構想することができるか、を問う出題である。

5

生態系における炭素の流れの基本的な知識を問い、さらに表を読み取る能力、考察する能力を問う問題である。

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1～3に答えよ。

ハワイ産のニシキベラ属のある種の魚は、性成熟後に性転換することが知られている。このしくみを調べるために、次表の実験をおこない結果を得た。

実験 I

実験	結果
1) 大小の雌2匹を同一水槽で飼育する	大きい方が性転換して雄になった
2) 大きい雌と小さい雄を1匹ずつ同一水槽で飼育する	雌が性転換して雄になった
3) 大、中、小の雌3匹を同一水槽で飼育する	もっとも大きい雌が性転換して雄になった
4) 雌一匹を単独で飼育する	性転換しなかった
5) 大きい雌と他の種の小さい雌を1匹ずつ同一水槽で飼育する	性転換しなかった

実験II

実験	結果
6) 大小の雌2匹を同一水槽で飼育する	大きい方が性転換して雄になった
7) 大小の雌2匹を同一水槽で飼育し、同時に雌性ステロイドホルモンを投与する	性転換しなかった
8) 雌一匹を単独で飼育する	性転換しなかった
9) 雌一匹を単独で飼育し、雌性ステロイドホルモンの産生阻害剤を投与する	性転換した
10) 雌の卵巣を取り除き単独で飼育する	性転換した

注：1)と6)、4)と8)は同一の実験である。

問1 実験Iの結果から明らかになることを述べよ。

問2 実験Iの結果から、この魚は性転換するときに、どのような感覚により周囲の状況を認識していると考えられるか。また、そのことを確かめる実験案と、考えが正しい場合に予想される結果を述べよ。なお、実験案には対照実験も含めること。

問3 実験IIの結果から、性転換するときにその個体の体内ではどのようなことが生じていると考えられるかを述べよ。

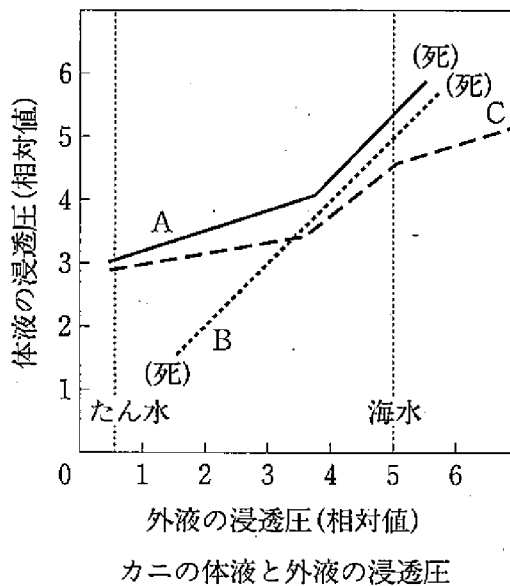
2 次の文章を読み、問1～3に答えよ。

動物の細胞は一部の例外を除き、体液に取り囲まれている。せき椎動物の体液は(①)、(②)、(③)に分けられる。よって体液は体内の細胞にとって一種の環境と考えられる。これを、外部の環境(外部環境)に対し、(④)という。恒温動物では(④)は比較的安定な状態に保たれており、これを(⑤)という。

ヒトの体では、腹腔の背側の左右に存在する腎臓が体液の浸透圧調節に重要な役割を果たす。腎臓の内部には(⑥)とよばれる構造が100万個ほどある。(⑥)は(⑦)と(⑧)からなり、(⑦)は多数の毛細血管が集まった(⑨)を(⑩)が包みこむような構造をしている。

問1 (①)～(⑩)にあてはまる語句を答えよ。

問2 次の図は、河口付近(汽水域)にすむカニ、海と川を往来するカニ、および外洋に生息するカニの体液と外液の浸透圧の関係を調べた結果である。グラフのAからCが、それぞれどのカニの結果と考えられるかを理由とともに答えよ。



問3 多糖類の一種であるイヌリンはホ乳類の体内では利用されないため、静脈に注射すると、腎臓でろ過されたのち再吸収されることなく尿中に排出される。そこで、ある動物にイヌリンを注射して5分後、左右の腎うに集まってくる尿を採取した結果、5 ml の尿が採取できた。下の表はこの実験で得た血しょう、原尿および尿中における各成分の濃度(mg/ml)である。この表を参考に設問 a)～c)に答えよ。

成分	血しょう	原尿	尿
タンパク質	72	0	0
ナトリウム	3	3	3.1
尿素	0.3	0.3	20
イヌリン	1	1	120

- a) イヌリンの濃縮率を求めよ。
- b) 5分間に何 ml の原尿が生成されたかを答えよ。
- c) タンパク質、尿素およびナトリウムの尿中への排出について表からどのようなことがわかるかを簡潔に答えよ。

3 次の文章を読み、問1～7に答えよ。

真核細胞では、(①)内でDNAの遺伝情報がRNAに(②)され未成熟なmRNA(伝令RNA)が生成する。この未成熟なmRNAは、イントロンが取り除かれてエキソンが^Aつなぎ合わされるなどの修飾を受け、成熟したmRNAとなったあと、(③)に輸送されて(④)と結合する。ここにmRNAに対応するtRNA(転移RNA)が次々と結合し、mRNAの遺伝情報から^Bポリペプチド(タンパク質)が合成される。この過程を(⑤)という。

ビードルとテータムが遺伝子とタンパク質の関係を提唱する根拠となった実験の再現実験をおこなった。アカパンカビ野生株の胞子にX線照射したのち、完全培地で培養してカビの集落(コロニー)を多数得た。そのうちのいくつかの株は、^C最少培地に移植すると生育しなかったが、最少培地にアルギニンを加えた培地では生育した。これらのアルギニンを加えた最少培地で生育した株を、他の化合物(メチオニン、オルニチン、シトルリン)をそれぞれ加えた最少培地で培養したところ、生育のパターンから次表の株A～Cに分類することができた。

表：アカパンカビ株の培地組成による生育の違い

培地 \ 菌株	野生株	得られた株		
		株A	株B	株C
完全培地	+	+	+	+
最少培地のみ	+	-	-	-
最少培地+アルギニン	+	+	+	+
最少培地+メチオニン	+	-	-	-
最少培地+オルニチン	+	-	-	+
最少培地+シトルリン	+	-	+	+

+：生育あり -：生育なし

問1 文中の(①)～(⑤)に適切な用語を記入せよ。

問2 下線部Aの、未成熟な mRNA からイントロンが取り除かれてエキソンが
つなぎ合わされる過程を何というか。

問3 下線部Bの、mRNA の配列に対応するポリペプチドが合成されるしくみ
について説明せよ。

問4 下線部Cのように、最少培地では生育できないが、特定の栄養分を加える
と生育する微生物の株のことを何というか。

問5 実験で加えた化合物のうち、アカバシカビにおけるアルギニン合成と無関
係と推定されるものを答え、その理由を簡潔に述べよ。

問6 上記の実験の結果から推定される、アカバシカビにおけるアルギニンの前
駆物質からアルギニンへの合成の順序を答えよ。

問7 株Bが最少培地では生育しないようになった理由として考えられること
を、以下の用語を含めて説明せよ。

用語：X線照射，オルニチン，酵素

4 次の文章を読み、問1～4に答えよ。

ある島には、チョウX種のみが生息していた。このチョウの後翅には、通常、白い斑紋がみられる。30年ほど前から、X種と同形同大のチョウY種もこの島に生息するようになった。Y種の後翅には赤い斑紋がある。Y種は、鳥が好まない物質を体内にもっているのに対し、X種はそのような物質をもっていない。X種は、白い斑紋のみをもっていたが(白色型)、Y種の定着以来、X種の雌にY種に擬態した赤い斑紋をもつ赤色型があらわれ、^A個体数比で数十パーセントの割合を占めるようになっている。

X種の白色型の雌とX種の赤色型の雌の間で、鳥に被食される率がどう異なるかを比較する実験を、この島に生息する鳥を用いて、野外網室でおこなったところ、赤色型の雌の方が被食されにくく生存率が高かった。しかし、赤色型の雌は^B白色型の雌に比べて雄に配偶相手として選ば^Cれる確率が低かった。

問1 下線部Aにあるように、擬態をするX種の赤色型の雌の割合が増えたのは何とよばれる進化のメカニズムによるものか。

問2 下線部Bについて、なぜ赤色型の方が被食されにくかったと考えられるか。X種は白色型、赤色型をとわず、鳥が好まない物質を体内には持っていないことを前提に答えなさい。

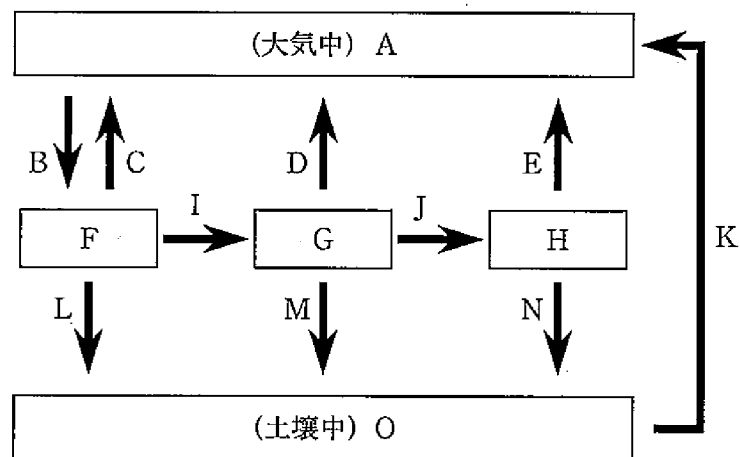
問3 下線部Cについて、なぜ赤色型の雌の方が配偶相手として選ばれにくかったと考えられるか。

問4 X種の雄には白色型のみで赤色型はみられなかった。このことは、雄が赤色型になるメリットが小さいか、または赤色型になるためのコストが大きいことを示唆する。そこで、①雄は雌に比べて鳥に捕食されにくい、または、②X種は赤色型になることで白色型よりも寿命が短くなるがその短縮の程度が雄は雌に比べて大きい、という二つの仮説を考えた。これらの仮説のどちらか、または両方が正しいかどうかを知るためにはどのような実験をおこなえばよいか。①と②のそれぞれを検証するための適切な実験を記述しなさい。

5 生態系に関する以下の問1～6に答えよ。

問1 下の図は陸上生態系における炭素循環を示したものである。矢印は炭素の流れの方向性を表す。図中のA～Oに適切な語句を下記から選び、その番号を記せ。ただし、同じ語句を何度使用してもよい。F、G、H、Oは生物を表す。

- (1) 転流, (2) 落葉落枝・枯死体, (3) 呼吸, (4) 硝化菌, (5) 蒸散, (6) 酸素,
- (7) 窒素固定, (8) 植物食動物, (9) 動物食動物, (10) 脱窒素細菌, (11) 窒素,
- (12) 菌類・細菌類, (13) 食物, (14) 成長, (15) 遺体・排出物, (16) 窒素同化,
- (17) 光合成, (18) 植物, (19) 二酸化炭素



問2 Fの純生産量と成長量を求めるための計算式を図中のアルファベットを用いて記せ。

問3 次の設問 a) と b) に答えよ。

a) $(F \Rightarrow G \Rightarrow H)$ のような生物種間の関係を何とよぶか。

b) 個々の生物種は、他の多くの生物と複雑な捕食-被食の関係を形成している。この状態を何とよぶか。

問4 F, G, H の個体数や生体量はどのような関係になると考えられるか、以下の選択肢から適切なものを選び。

- (1) $F < G < H$, (2) $F = G = H$, (3) $F > G > H$, (4) $F < H < G$,
(5) $G < F < H$, (6) $F > H > G$, (7) $F = G < H$, (8) $F < G = H$,
(9) $F = G > H$, (10) $F > G = H$

問5 問4 の関係を図示したものを何とよぶか。

問6 国際連合食糧機関(FAO)の報告によると、2000~2005年の間に、熱帯以外の地域では森林面積はほとんど変化していなかったか、あるいは増加していたが、熱帯地域の森林面積は大きく減少していた。この熱帯林の減少は地球温暖化に大きく影響していると思われる。次ページの表を参考に設問 a) と b) に答えよ。

a) 熱帯多雨林の特徴を述べよ。

b) どのような原因によって熱帯林が減少し、そして、それらの原因による熱帯林の減少は地球温暖化にどのように影響するかを述べよ。

生態系のタイプ	単位面積あたりの	単位面積あたりの
	純一次生産 (kg/m ² /year)	生物量 (kg/m ²)
熱帯多雨林	2.2	45
温帯常緑樹林	1.3	35
温帯落葉樹林	1.2	30
北方針葉樹林	0.8	20
耕地	0.65	1