

# 生 物

1 ほ乳類の体液と免疫系について述べた次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。(配点 15)

ほ乳類には2つの体液循環系がある。そのうち血管系の中を流れる体液を血液と呼ぶ。血液には酸素の運搬を担う赤血球以外にも様々な成分が含まれている。ある病原菌が動物に感染すると、血液中で免疫・抗原抗体反応を担うリンパ球と抗体が中心となって、その病原菌の排除を試みる。リンパ球は  と  に大別され、そのうち  が抗体を産生する。抗体は  と呼ばれるタンパク質で、H鎖とL鎖と呼ばれる2種類のペプチドが  本ずつ結合して  を構成している。抗体が様々な病原菌(抗原)に対して対応できるのは、抗体分子の構造のうち抗原と結合する部分が抗体ごとにより変わるためである。

問1 ほ乳類が持つ体液循環系のうち、血管系以外の体液循環系は何と呼ばれるか。

問2 文中のA～Dに適切な語句を入れなさい。

問3 ほ乳類の血液を体外に取り出すとすぐに凝固が始まる。しかし血液を体外に取り出す際に少量のクエン酸ナトリウムを加えると、血液の凝固を防ぐことができる。クエン酸ナトリウムによる血液凝固防止がどのような機構によってもたらされるかを、50字以内で説明しなさい。

問4 文中のCと呼ばれる抗体タンパク質はどのような形をしているとされているか。H鎖とL鎖の関係を簡単に図示しなさい。

問 5 最初にある抗原が侵入すると、その抗原に対する抗体が作られ、血液中に放出される。しかし同じ抗原が再び侵入すると、抗体が速やかに作られ、血液中に放出されることが知られている。この現象はどのような抗体産生機構に支えられているかを、100字以内で説明しなさい。

2 下の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えなさい。(配点 25)

友人のM君は長年の研究の結果、心臓の細胞をつくる遺伝子を発見したという。M君はそそっかしいところがあるけれども、まじめな研究者である。彼の話では、細胞にある薬剤で処理を行ったところ、1万個に1個の割合で心臓のように拍動する細胞が出現してきたという。そこで、この細胞と薬剤処理前の細胞から伝令RNAを取り出した。伝令RNAは分解しやすいため、これをDNAに変換した後、一定の割合で両者を増幅し、DNAの量を比較したという。その結果、細胞が拍動するときに特異的に発現する遺伝子を発見したらしい。彼は内緒でその遺伝子の塩基配列の一部(A)を教えてくれた。その配列は次のような配列だった。また、この遺伝子のグアニン(G)側を5'末端と呼び、反対側の端を3'末端と呼ぶ。相補性を持つ2本のDNA鎖は、常に、5'末端と3'末端が対になっている。

(A) 5'-GTCGACATGTCCGAATTCGGTACC-3'

問1 DNAは2重らせん構造をとっていることが知られている。上に示したDNA断片に相補的なDNAの塩基配列を示しなさい。解答は略号で答えなさい。

問2 伝令RNAは問1で答えたDNAから転写される。その伝令RNAの塩基配列を略号で答えなさい。

問3 この伝令RNAは5'側から読むと理論上、対応している3種類のアミノ酸配列が考えられる。そのすべてのアミノ酸配列を21ページの表を参考にして略号で答えなさい。

問4 タンパク質の合成は常にメチオニンから始まるとされている。この伝令RNAが遺伝子の最初の部分に由来する塩基配列を含んでいるとしたら正しいアミノ酸配列は問3のうちのどれか。解答は略号で答えなさい。

問5 問4に示した遺伝子の一部(A)をプラスミドの特定の部位に組み込み、動物細胞で発現させたい。このとき、プラスミドと遺伝子を次のどの制限酵素で切断すればよいか答えなさい。

遺伝子を組み込むプラスミドの配列の一部

GAAGCTTCGAATTCTGAGTCGACCGGTACC

制限酵素名： HindⅢ EcoR I Sal I HpaⅡ Kpn I

制限酵素の認識配列(矢印は切断点を示す。)

HindⅢ: 5'-A↓AGCTT-3'

3'-TTCGA↑A-5'

EcoR I: 5'-G↓AATTC-3'

3'-CTTAA↑G-5'

Sal I: 5'-G↓TCGAC-3'

3'-CAGCT↑G-5'

HpaⅡ: 5'-C↓CGG-3'

3'-GGC↑C-5'

Kpn I: 5'-GGTAC↓C-3'

3'-C↑CATGG-5'

問 6 制限酵素で切断したプラスミド DNA とこの遺伝子の一部(A)は何という酵素によって結合させることができますか。

問 7 M君が発見した遺伝子は本当に心臓の細胞をつくる遺伝子といえるだろうか。もし、言えないとすればどのような実験をすればよいか。その実験を 50 字以内で答えなさい。

遺伝子に対するアミノ酸の対応表

1 文字目 5' 末端	2 文字目				3 文字目 3' 末端
	U	C	A	G	
U	F	S	Y	C	U
U	F	S	Y	C	C
U	L	S	*	*	A
U	L	S	*	W	G
C	L	P	H	R	U
C	L	P	H	R	C
C	L	P	Q	R	A
C	L	P	Q	R	G
A	I	T	N	S	U
A	I	T	N	S	C
A	I	T	K	R	A
A	M	T	K	R	G
G	V	A	D	G	U
G	V	A	D	G	C
G	V	A	E	G	A
G	V	A	E	G	G

上の表で用いたアミノ酸略号

略号	アミノ酸	略号	アミノ酸	略号	アミノ酸
A	アラニン	I	イソロイシン	R	アルギニン
C	システイン	K	リシン	S	セリン
D	アスパラギン酸	L	ロイシン	T	トレオニン
E	グルタミン酸	M	メチオニン	V	バリン
F	フェニルアラニン	N	アスパラギン	W	トリプトファン
G	グリシン	P	プロリン	Y	チロシン
H	ヒスチジン	Q	グルタミン	*	終 止

3 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。(配点 20)

多くの動物は周囲の環境条件が変化しても、体の内部環境を一定に保つ能力を有している。ほ乳類の脳下垂体後葉から分泌されるホルモンAは腎臓に作用し、体液の浸透圧の調節に重要な役割を果たしている。

問1 脳下垂体から分泌されるホルモンAは、何と呼ばれるホルモンか。

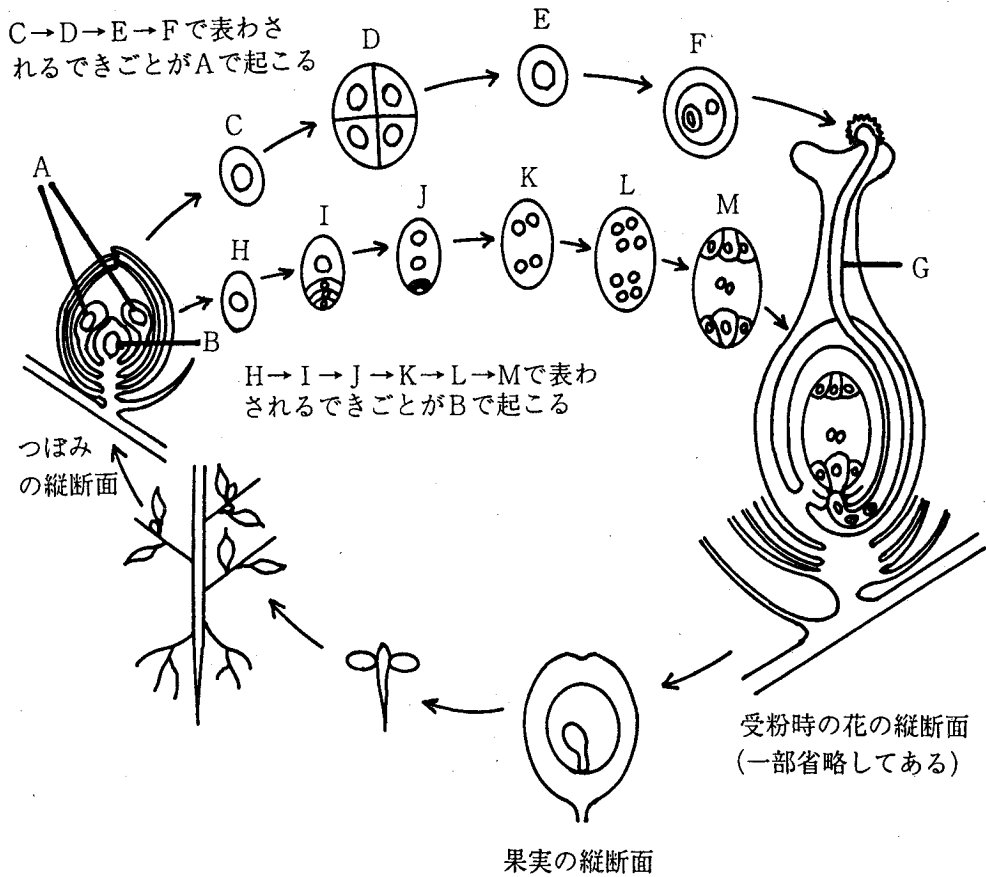
問2 もし、塩分を取りすぎると一時的に血液の浸透圧が高まることが知られている。高まった血液の浸透圧が正常値まで戻る間に、脳下垂体の後葉のホルモンA分泌および腎臓にどのような時間的変化がおこると考えられるか。160字以内で説明しなさい。

問3 血液の塩分濃度(浸透圧)の変化を感知し、脳下垂体後葉にホルモンAを分泌させる脳の部位は何と呼ばれるか。

問4 ホルモンAは、腎臓のどの部分に作用するか。また、その部分にどのような現象をもたらすとされているか。40字以内で説明しなさい。

問5 ホルモン分泌には、負のフィードバックと呼ばれる現象が知られている。ホルモンA、脳下垂体後葉、腎臓、体液の浸透圧の変化を例にして、負のフィードバック現象を160字以内で説明しなさい。

4 次の図は、被子植物の生活環を模式的に表現したものである。この図を参考にして、以下の問い(問1～5)に答えなさい。(配点 20)



問1 減数分裂の結果できるものが2つある。それらは何と何か。AからMまでの記号で答えなさい。

問 2 次の文章を読んで、 に当てはまる語句を記入しなさい。

花粉はめしべの  ア  上で発芽し、花粉管を伸ばす。一方、めしべの胚珠には  イ  が形成される。花粉管の中の2個の精細胞の核は、それぞれ  イ  の中の卵の核および中央細胞の核(極核)と合体する。このような、被子植物に見られる特殊な受精の様式を  ウ  受精と呼ぶ。

受精卵は細胞分裂を繰り返して胚となる。一方、受精した中央細胞がその後どうなるかは被子植物の種類によって様々である。ある種類では、細胞分裂が繰り返されて多細胞となり、そこに養分がたくわえられて  エ  となる。

問 3 (a) AからMまでの中に、シダ植物の成熟した前葉体に相当すると考えられるものを2つ指摘できる。それらは何と何か。記号で答えなさい。

(b) これらは、植物の生活環において一般に何と呼ばれるか。その名称を書きなさい。

問 4 図のDおよびIに相当すると考えられるものが、シダ植物やコケ植物の生活環にも見られる。これらは、植物の生活環において一般に何と呼ばれるか。

問 5 被子植物の精細胞は、花粉管が伸びることによって卵や中央細胞に到達する。しかし、シダ植物やコケ植物には花粉管に相当する器官がない。シダ植物やコケ植物の精細胞は、どのようにして卵に到達するか。30字以内で答えなさい。

5 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えなさい。(配点 20)

植物の葉緑体の中に存在し、光合成に必要な光エネルギーの吸収や光エネルギーを化学エネルギーに変換するために働く色素成分を光合成色素と呼んでいる。すなわち、植物の葉緑体は、光エネルギーを光合成色素で吸収し、それを化学エネルギーに変換して炭水化物を合成している。図1は、ある植物から分離した光合成色素の光吸収曲線とその植物の光合成作用曲線を示すものである。

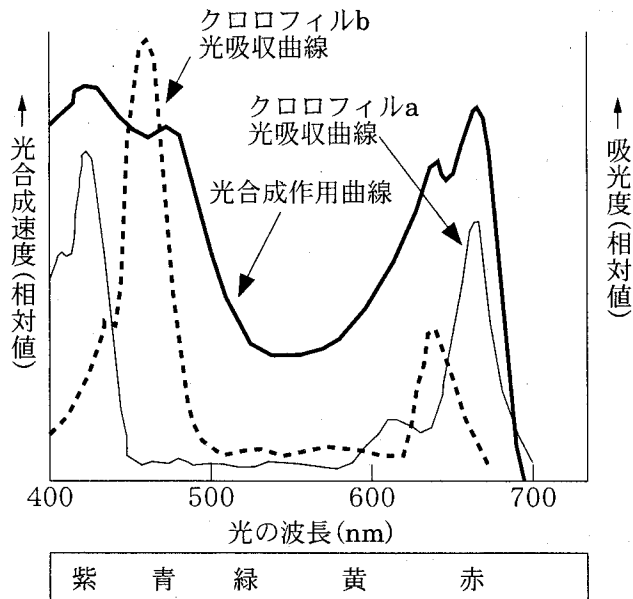


図1 光合成色素の光吸収曲線と光合成作用曲線

植物群落の生産構造は、植物群落の中で光合成によって炭水化物がどのように生産されるかを示すものである。植物群落の生産構造は、一定面積に生育する植物群落の地上部を層別に刈り取り、葉、茎および枯死部(枯れた葉や茎)を分離し、乾燥した後、それらの重量を測ること(層別刈り取り法)によって推定できるとされている。

問 1 繁茂した図 1 の植物の群落を上から見た時、何色に見えるか。その色に見える理由を 100 字以内で説明しなさい。

問 2 図 1 に示した植物群落では、太陽の光エネルギーが 1 MJ (メガジュール；エネルギーの単位) 吸収されると、植物体の乾燥重量が 3.40 g 増加すると仮定する。1 日に 1 m<sup>2</sup> 当たり平均 10 MJ の太陽エネルギーが 30 日間吸収されると、1 ha (面積の単位；1 辺が 100 m の正方形に相当する) の植物群落における植物体の乾燥重量は何トン増加するか。計算式を示し、有効数字 3 桁で答えなさい。

問 3 真中に縦線を引き、それに植物群落の高さを記入し、左側に葉重(葉の乾燥重量)を、右側に茎重および枯死部重(茎および枯死部の乾燥重量)を層別に棒グラフとして描き、刈り取る前に測った高さごとの太陽光の強さ(相対照度)を葉重とともに左側に記入した図を、生産構造図と呼んでいる。表 1 は、層別刈り取り法によって求めたある植物群落の結果である。この表をもとに生産構造図を書きなさい。

表 1 層別刈り取り法によって求めたある植物群落の結果

層 別	葉重(g/m <sup>2</sup> )	茎重(g/m <sup>2</sup> )	枯死重(g/m <sup>2</sup> )	高さ	相対照度(%)
80~90 cm	6			80 cm	99
70~80 cm	52			70 cm	93
60~70 cm	118			60 cm	65
50~60 cm	171			50 cm	46
40~50 cm	227	1	1	40 cm	36
30~40 cm	170	23	3	30 cm	18
20~30 cm	110	47	2	20 cm	15
10~20 cm	36	91	6	10 cm	10
0~10 cm	0	340	12	0 cm	8

問 4 表 1 に示した植物群落において、照度 80000 ルックス(光の単位)の光が植物群落に注いだと仮定する。光飽和点が 52000 ルックスとすると、光飽和点に達している葉は、重量換算にして植物群落全体の何%になるか。計算式を示し、有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、ここでは、植物群落内における層別の温度や二酸化炭素濃度の違いは考慮しないものとする。