

生 物

I 次の文章について下記の問1～3に答えよ。

生体には外界の条件が変化しても、体内の状態を一定に保つしくみが備わっている。この性質を [1] という。 [1] を維持するためには様々な臓器が関与しているが、その中でも [2] はいろいろ大切なはたらきを行う一大化学工場であり、 [3] とともに [1] 維持に大きく役立っている。 [3] は血液のろ過装置であるとともに、体内の [4] や [5] の [1] 維持にも重要なはたらきをしている。循環系も [1] を維持するために重要であり、脊ついで動物の循環系は [6] と [7] に分けられる。 [6] の成分である血液は、 [8] , [9] や [10] の運搬者として重要である。

問 1 上の文章中の [1] ～ [10] に最もふさわしい語句を記せ。

問 2 [2] の機能を4つ記せ。

問 3 [3] を構成している組織を2つ記せ。

II 血液型に関する次の文章を読み、問1～5に答えよ。

A B O式血液型は、1900年 Landsteiner が発見した現象をはじめとする。その現象とは、ヒトの血清が、他のヒトの血球を凝集させるというものであった。以降今日にいたるまで、A B O式血液型は、A、B、OおよびA B型の4種に分類され(特異な変異型を除く)、凝集の有無をそれぞれ+、-で表現すると、下記の表1の通りである(ただし、血清中に非定型抗体を含まないものとする)。

表1 各型の血球と血清を混合したときの凝集反応
(+ : 凝集あり, - : 凝集なし)

		各型の血清			
		A型	B型	A B型	O型
各型の血球	A型				
	B型				
	A B型				
	O型				

A B O式の遺伝形式は、メンデルの法則に従い、3つの対立遺伝子(A, B, O)があると考えられた。遺伝子A, B, Oの頻度(遺伝子頻度)をそれぞれ p , q , r とすると($p+q+r=1$)、遺伝子頻度、表現型頻度は、次の表2のようになる。

表2 A B O式血液型における遺伝子頻度と表現型頻度の推定式

表現型	遺伝子型	遺伝子頻度	表現型頻度
A型	A/A	(1) (1)+(2)
	A/O	(2)	
B型	B/B	(3) (3)+(4)
	B/O	(4)	
A B型	A/B	(5)	(5)
O型	O/O	(6)	(6)

ABO式血液型を決定する遺伝子は、ヒト9番染色体にある糖転移酵素(細胞表面にある糖の鎖(糖鎖)に新たに糖を付加する酵素)の基質特異性の違いによってもたらされる。A型およびB型の糖鎖を作る遺伝子の塩基配列を比較すると、7ヶ所に塩基置換が認められ、4ヶ所のアミノ酸の置換が生じている。O型の糖鎖を作る遺伝子は、基本的にA型のそれと同じであるが、261番目の塩基(G)が脱落したために、⁽¹⁾コドンの読み枠のズレが生じ、⁽²⁾117番目のコドンが終止コドン⁽³⁾(ストップコドン)となったものである。

問 1 表 1 の空欄に+または-を記入せよ。

問 2 表 2 の(1)~(6)に入る計算式はいずれか。次の(ア)~(イ)の中から選択せよ。

- | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| (ア) p | (イ) q | (ウ) r | (エ) p^2 | (オ) q^2 |
| (カ) r^2 | (キ) pq | (ク) qr | (ケ) pr | (コ) $2pq$ |
| (サ) $2pr$ | (シ) $2qr$ | (ス) $p+q$ | (セ) $p+r$ | (ソ) $q+r$ |

問 3 ある民族の血液型を調査した結果、ABO式の表現型分布は、A型 37.6%、B型 22.2%、AB型 9.4%、O型 30.8%であった。この民族のO遺伝子頻度はいくらになるか。小数点以下2桁まで求めよ(小数点以下3桁目を四捨五入すること)。

問 4 母がA型、子がB型の場合、父は何型であることが考えられるか?

- 問 5 (1) ヒトの体細胞の染色体数($2n$)の n はいくつか。
 (2) 下線(1)のように、一塩基の脱落した現象を何と呼ぶか。
 (3) 下線(2)のように、コドンの読み枠のズレが生じる変異を何と呼ぶか。
 (4) 下線(3)のように、終止コドンができた結果、O型のヒトにはどのような現象が起こっているのか、50字以内で説明せよ。

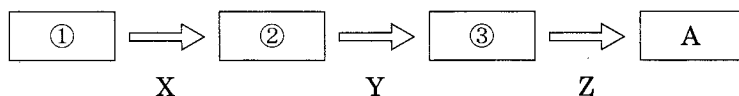
Ⅲ 以下の文章を読んで問1～4に答えよ。

ある半数体の単細胞真核微生物を使って生育に必須なアミノ酸Aの合成経路の研究を行った。この微生物はアミノ酸Aを培地中に加えなくても最小培地(無機窒素, ブドウ糖, 無機塩類, ビタミン類)で生育できる。この微生物を突然変異を誘発する薬剤で処理したあと, どんな栄養素を要求する株でも育つことのできる完全培地(全種類のアミノ酸, ビタミン, その他の有機物質を含む)に単一コロニーを形成するようにして生育させた。これらのコロニーが最小培地で生育できるかどうかでアミノ酸Aを合成できなくなった変異株を多数得た。アミノ酸Aを生育に要求する変異株は, アミノ酸Aの合成前駆体と考えられるB, C, Dをそれぞれ一つだけ入れた最小培地で生育できるかどうかで三つに分けられた。その結果を表にした。この実験結果から, アミノ酸Aは三つの酵素X, Y, Zが順に働くことによって合成されることが推定され, アミノ酸Aを要求する変異株はこれらのいずれかの合成を支配する遺伝子に変異が入ったものと考えられる。

	A	B	C	D
野生株	+	+	+	+
突然変異株Ⅰ	+	+	+	-
突然変異株Ⅱ	+	-	-	-
突然変異株Ⅲ	+	-	+	-

(+は生育できたことを示し, -は生育できなかったことを示す。この実験は突然変異を穏やかな条件で誘発したため, 複数の遺伝子に同時に変異は入らなかったと仮定する。)

問 1 上記の実験からアミノ酸Aはどのような経路で合成されると考えられるか。
空欄①～③をうめよ。また、変異株 I, II, IIIでは合成経路を触媒する3つの酵素(X, Y, Z)の合成を支配するどの遺伝子に変異を起こしていると考えられるか。



問 2 この実験のように一つの遺伝子はそれぞれ特定の酵素の合成を支配している。このような考え方を何というか。

問 3 酵素がはたらきかける物質を基質というが、酵素の特徴は限られた種類の基質にしかはたらきかけない。このような性質を何というか。

問 4 なぜ酵素は問 3 のような性質をもつのか簡潔に述べよ。

IV 以下の各問で挙げた5つの生物のうち1つだけが残りの生物と分類群が異なるか、生理あるいは生態上の特性が異なる。他と異なるその生物の名前と残り4つの生物が属する分類群の名前、または、それらが持つ共通の生理または生態特性を10字以内で述べよ。

問1 カニムシ ナナホシテントウ ジョロウグモ
 サソリ モンシロチョウ

問2 カシワ クスノキ エノキ
 クワ モクレン

問3 ムラサキウニ カツオ ナマコ
 サンマ イカ

問4 オサムシ ゴキブリ ダニ
 ハエ ノミ

問5 ゼニゴケ クロレラ ケイソウ
 マツタケ ミドリムシ

問6 イトヨ アユ オオアメンボ
 シオカラトンボ アズキゾウムシ

問7 ノイバラ(ノバラ) シロツメクサ ネムノキ
 カラスノエンドウ ハリエンジュ(ニセアカシア)

問8 ゲンゴロウ オオクワガタ タガメ
 カナブン ゴマダラカミキリ

問 9 ゴカイ
ヤモリ

フツウミミズ
アオダイショウ

クルマエビ

問10 ヤスデ
アメフラシ

ミジンコ
フジツボ

ダンゴムシ

V 次の文章を読み、下記の間 1～6 に答えよ。

多くの動物は、地球の自転による昼と夜の明暗サイクルに応じて、活動と休止を周期的に繰り返すことが知られている。このような動物の活動リズムには、個体みずからが持つ内的な要因が関係していることも、最近の研究から明らかになってきた。ここに、ほ乳動物の活動リズムと光の明暗サイクルとの関係を調べるために、あるネズミ科の動物(以下単にネズミと呼ぶ)を用いて以下のような実験を行った。

人工照明によって明期(昼)と暗期(夜)のサイクルをつくり出した実験室においてネズミを飼育し、活動している時間帯を調べた。光以外の環境条件は、ネズミが生存するのに最適な状態を一定に維持し、さらに餌や水はいつでも自由に摂取できるようにした。ネズミの活動は赤外線ビデオカメラによって撮影し、摂餌や移動など活動が見られた時間帯を記録した。図 1 は、下記実験 A～C のように明暗サイクルを変化させたときの実験結果をまとめたものである。横軸は 6 時から始まる 1 日の時刻を、縦軸は実験開始からの経過日数をそれぞれ示す。図内の横 1 段に黒棒で示された部分が 1 日のうちでネズミが活動した時間帯であり、その下段は次の日の活動時間帯を示している。また光の明暗サイクルを明示するため、図の背景には明期を空白、暗期に網掛けを施した。

実験 A：明期 12 時間(6 時～18 時)・暗期 12 時間(18 時～翌日の 6 時)の明暗サイクルを繰り返した状態では、一日のある決まった時間帯に活動が見られた(図 1—I)。

実験 B：5 日目から明暗のサイクルを逆転させると、活動する時間帯は徐々に移行し(図 1—II)，11 日目以降は再び決まった時間帯に活動するようになった(図 1—III)。

実験 C：15 日目以降から明期を取り去り常暗状態にすると、活動の時間帯が再び変化した(図 1—IV)。

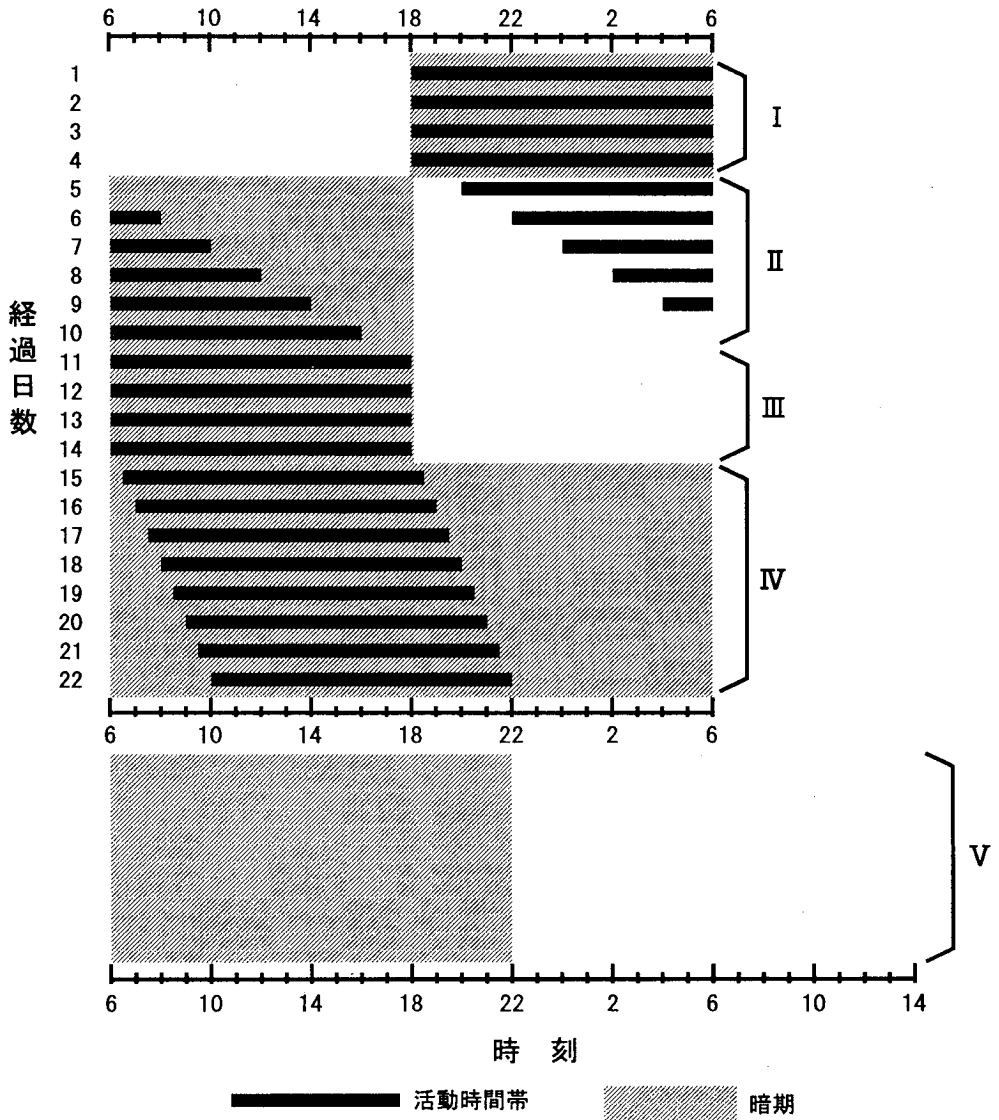


図 1

問 1 a. 図 1—I のような活動性を示す動物のことを何動物と呼ぶか。
b. また、これと同じ活動性を持つ動物を、下記の中からすべて選び記号で答えよ(動物はすべて野生の成体の場合で考えよ)。

- | | |
|---------------|------------|
| ① セイヨウミツバチ | ② チャバネゴキブリ |
| ③ キイロショウジョウバエ | ④ アゲハチョウ |
| ⑤ ニホンイモリ | ⑥ ナマズ |
| ⑦ カルガモ | ⑧ ムササビ |

問 2 a. 図 1—I, 1—Ⅲに見られるような毎日決まった時間帯に起こる活動のことを何活動と呼ぶか。
b. またその周期は何時間か。

問 3 人間の場合、図 1—Ⅱのような状態のときに陥る症状を何と呼ぶか。

問 4 a. 図 1—Ⅳについて、このような一定条件下で現れる活動リズムを何と
いうか。
b. またその周期は何時間か。

問 5 a. 図 1—Ⅳのような自律的な活動リズムを維持させているものは何か、
名称を答えよ。
b. またその中枢は、ほ乳類では脳内のある部位に存在することが知ら
れている。その部位とはどこか、下記の中から選び記号で答えよ。

- | | | | |
|----------|----------|------|--------|
| ① 大脳皮質 | ② 大脳髄質 | ③ 視床 | ④ 視床下部 |
| ⑤ 脳下垂体前葉 | ⑥ 脳下垂体後葉 | ⑦ 延髄 | |

問 6 実験 C のあとに暗期 16 時間(6 時~22 時)・明期 16 時間(22 時~翌日の
14 時)の 1 日を 32 時間に延長した明暗サイクルを与えた場合(図 1—Ⅴ)、
ネズミの活動はどうなると予測されるか。理由とともに簡潔に述べよ。