

1 タンパク質のはたらきと構造に関する下記の問いに答えよ。

(1) 下記の文章の空欄に、適切な語句または数を入れよ。

血球の中で、酸素を  からとりこんで筋肉などの組織へ運搬するのは  の役目である。この血球には酸素と高い親和性のある  が大量に存在する。このタンパク質が酸素と結合する割合は  によつてきまる。タンパク質分子と酸素の結合にはタンパク質部分のほか色素部分が必須である。この色素部分は  とよばれる。

生体に異物が侵入したとき、生体が後天的に獲得する生体防御のしくみは  とよばれる。このはたらきをする血球は  である。この血球は抗原と特異的に反応する  を分泌する。この分子は2種類のポリペプチドである  2本と  2本でつくられている。生体は抗原に対応する多様な分子をつくるが、この多様性はポリペプチド鎖のアミノ酸配列のちがいで生ずる。このアミノ酸配列の変化する部位をとくに  とよぶ。

タンパク質は  種類のアミノ酸でつくられている。タンパク質の基本骨格はアミノ酸のアミノ基と別のアミノ酸の  が脱水縮合した  により鎖状につながってできている。タンパク質を変性させると機能を失うが、これはタンパク質の  が破壊されるためである。

(2) カタラーゼを例に、酵素のはたらき、はたらきの検出方法、変性させる方法、変性にともなう性質の変化について簡潔に説明せよ。

2 恒常性に関する下記の問題に答えよ。

(1) 次の文章の空欄にもっとも適切な語を下記のア～ソから選び、記号で答えよ。

脳の一部である  は、脳下垂体に隣接している。 で作られたホルモンは正中隆起に集まり、ここから  によって運ばれて、極めて血管に富む腺組織である  に至り、そのホルモン分泌細胞を刺激する。 で作られたホルモンは血液中に放出されて、生殖腺、甲状腺、副腎などの  に至り、これらの組織を刺激し、さらに別のホルモンを生産・分泌させる。 で作られたホルモンは、一般に  からのホルモン分泌を  するが、これに対して  が分泌するホルモンは脳および  に作用して、これらの組織からのホルモンの分泌を  する。このため、体内のホルモンレベルはほぼ一定に保たれている。このしくみを  機構という。

- |            |           |           |
|------------|-----------|-----------|
| ア. 神経      | イ. 血液     | ウ. ヘモグロビン |
| エ. 消化器官    | オ. 呼吸器官   | カ. 標的器官   |
| キ. 視床下部    | ク. 中脳     | ケ. バランス   |
| コ. フィードバック | サ. 抑制     | シ. 促進     |
| ス. 脳下垂体前葉  | セ. 脳下垂体後葉 | ソ. 内臓     |

(2) 次の実験に関して、下記の問題(イ)口)に答えよ。

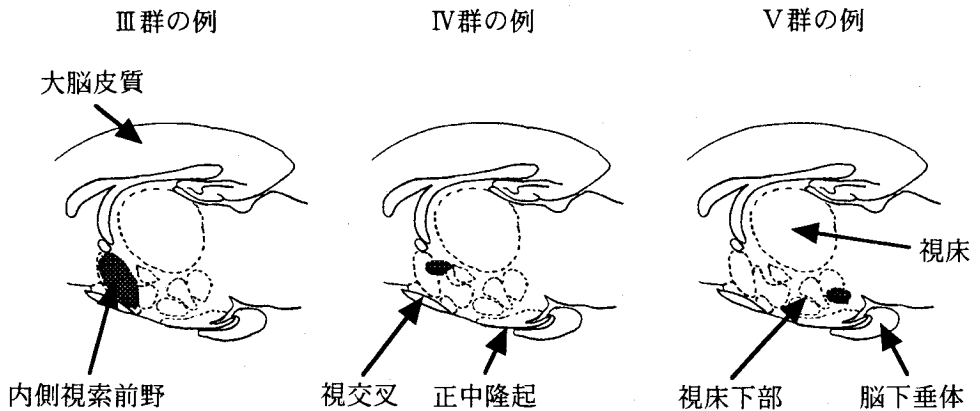
実験 1. 生後 2 日令の雌ラットを麻酔し、脳内に細い電極を挿入して通電することで、脳の一部を電氣的に破壊した。

実験 2. 動物が成熟した 60 日令に達したときに、動物を麻酔し、左側の卵巢を摘出してその重さを測った。

実験 3. 2 週間後に、十分量の麻酔薬を与えて殺し、右側卵巢、甲状腺、副腎を取り出して重量を測定した。

一方、麻酔も脳手術も行わなかった動物(I群)と、電極を挿入したが通電しなかった動物(II群)を用意し、実験 2, 3 を行ってそれぞれの器官の重さを計測した。

動物の脳の組織標本を作製して破壊部分の大きさと領域を調べたところ、内側視索前野が大きく壊されたもの(Ⅲ群)、内側視索前野の一部分のみ壊されたもの(Ⅳ群)、視床下部の後部が部分的に壊された動物(V群)に分類することができた。下の図は、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ群の脳内破壊部位(黒地に白の点描)の代表的な例を示す。これらの図は、ラットの脳を縦切りにした模式図であり、左が動物の前側になる。さらに、内側視索前野、視床下部等の位置は図の中に矢印で示した。



それぞれの群について、個々の動物から得た数値の平均値と標準偏差を求め、表にまとめた。それぞれの群とⅡ群との間で統計学的に有意な差が認められた数値には右肩に\*印をつけた。なお、表中の器官重量は体重100gあたりに換算してある。さらに、片側の卵巣を摘出すると残った卵巣が肥大することが知られているので、左側卵巣に対する右側卵巣の重量増加率も計算した。

実験群	体 重 (g)	器官重量(mg/100g 体重)				卵巣肥大率 (%)
		甲状腺	副 腎	左側卵巣	右側卵巣	
I	227±14	7.9±0.8	32.4±4.6	15.7±1.4	31.7±3.6	102±19
II	228±24	8.4±1.8	30.9±7.2	16.1±2.7	29.6±4.5	83±21
III	163±18*	9.3±0.8	26.8±5.4	6.4±1.6*	8.2±2.4*	28±11*
IV	216±19	8.5±0.9	31.2±4.7	13.5±4.1	27.2±5.4	101±45
V	201±49	8.7±1.9	32.5±3.4	15.3±4.5	30.3±7.5	98±45

- (イ) この実験の解釈として、適当なものに○、誤っているものに×をつけよ。
- (A) I群とII群の数値には有意な差はない。したがって、III群の結果は通電による脳破壊の影響であると考えられる。
- (B) III群の卵巢重量は他の群に比べて有意に低い値であった。これは、破壊された脳の領域が生殖腺刺激ホルモンの分泌を促進させるようにはたらくことを示している。
- (C) 視床下部は脳下垂体前葉の機能を支配しているので、視床下部や内側視索前野のどの領域を破壊しても、卵巢、甲状腺、副腎皮質などの機能は阻害される。
- (D) 内側視索前野は甲状腺や副腎皮質に対する影響よりも卵巢機能に及ぼす影響が大きい。
- (ロ) 今回の実験では、V群の各器官の重量は、II群との間で有意な差が見られなかった。また、図に示すように、V群では正中隆起は破壊されていなかった。もし、実験1で破壊電極をもう少し低い位置に挿して正中隆起を完全に破壊したとすると、どのような結果が予想されるか。正しいものに○を、誤ったものに×をつけ、その理由を簡潔に書け。
- (A) 卵巢重量は対照群より有意に低い、甲状腺と副腎の重量は対照群とほぼ同じ値を示す。
- (B) 同様な実験(実験2, 3)を行った場合、右側卵巢が左側卵巢に比べて肥大する現象は見られない。

3

エンドウの遺伝と減数分裂に関する以下の問いに答えよ。

(1) エンドウの体細胞の染色体数は  $2n = 14$  である。あるエンドウの個体 P では、この 14 本の染色体に A, a, B, b, C, c, D, d, E, e, F, f, G, g の 14 個の遺伝子がそれぞれ独立して存在している(連鎖していない)。ただし、同じアルファベットの 2 個の遺伝子は、相同染色体のそれぞれ同じ遺伝子座に存在する対立遺伝子で、大文字が優性遺伝子、小文字が劣性遺伝子である。

いま、P のやく中の花粉母細胞が減数分裂を行って花粉四分子 ( $n = 7$ ) を形成すると、その遺伝子型には何通りの組合せが生じるか。計算せよ。

(2) エンドウは自家受粉を行う。P の自家受粉によって得られる種子  $F_1$  の遺伝子型には何通りの組合せが生じるか。計算せよ。

(3) もし、b が花粉の正常な発育(成熟)ができない突然変異の遺伝子であった(ただし、やく組織や胚のうの発達には影響しない)とすると、P の自家受粉によって得られる種子  $F_1$  の遺伝子型の組合せはどうか。問(2)の場合と比較して、その特徴を述べよ。

(4) 問(3)とは別に、もし、d が正常な減数分裂ができない突然変異の遺伝子であったとすると、 $F_1$  の自家受粉による種子  $F_2$  の形成はどうか。 $F_1$  の遺伝子型ごとに分けて、述べよ。

(5) 問(4)の d には、具体的にどのような異常が考えられるか。減数分裂の過程をもとに説明せよ。

4

系統分類と発生および生活様式に関する次の問いに答えよ。

- (1) 動物門A)～J)に属する動物すべてを1)～15)から選び、解答欄に番号で記入せよ。動物門によっては複数の動物が含まれるものもある。

動物門

- |           |          |             |
|-----------|----------|-------------|
| A) 原索動物   | B) 軟体動物  | C) 刺胞(腔腸)動物 |
| D) 節足動物   | E) へん形動物 | F) 海綿動物     |
| G) 脊椎動物   | H) 環形動物  | I) 袋形(線形)動物 |
| J) きょく皮動物 |          |             |

動物

- |         |          |          |           |
|---------|----------|----------|-----------|
| 1) ザリガニ | 2) サケ    | 3) プラナリア | 4) サンゴ    |
| 5) クモ   | 6) カイメン  | 7) ミミズ   | 8) ナマコ    |
| 9) ナメクジ | 10) ヒル   | 11) クラゲ  | 12) カイチュウ |
| 13) ホヤ  | 14) コオロギ | 15) ウミウシ |           |

- (2) 上記の動物1)～15)のうち、三胚葉性の動物に関して、原腸胚に生じる原口が将来肛門となり、その反対側に口が新たに開くものをすべて選び、解答欄に番号で記入せよ。

- (3) 植物は動物とは異なる多様な生活環と生活形態を有している。胞子をつくり生殖を行なう世代と、配偶子をつくり生殖を行なう世代とを交互にくり返し、各世代の植物体はそれぞれ孢子体および配偶体とよばれる。下記A)～C)の生活形態に属する植物門の名称を解答欄に記入せよ。

#### 生活形態

- A) 孢子体と配偶体とが独立に生活し、発生初期には孢子体が配偶体の上に寄生する。
- B) 生活環を通して孢子体と配偶体がそれぞれ独立に生活せず、孢子体の上に配偶体が寄生する。
- C) 生活環を通して孢子体と配偶体がそれぞれ独立に生活せず、配偶体の上に孢子体が寄生する。
- (4) 化石の研究などから、陸上生活をする植物はシダ、裸子植物、被子植物の順に出現したと考えられている。より有利に陸上生活に適応していくため、被子植物はどのように形態や生活環を進化させたか。シダ、裸子植物と比較し、複数の点に関して記述せよ。