

生 物

1 I ~ IVに答えよ。

I 細胞について、問1～3に答えよ。

問1 次の文章を読み、(1)に答えよ。

顕微鏡を用いてコルクの切片を観察し、無数の中空の構造を発見した(a)は、これを「細胞」と名付け、1665年に『ミクログラフィア』という書物において発表した。1838年に(b)が植物について、1839年には(c)が動物について「生物のからだは細胞からできている」という説を提唱した。さらに、1855年、(d)は、「すべての細胞は細胞から生じる」という考え方を提唱し、これによって「細胞は生物体の構造と働きの基本単位である」という考え方方が広く認識されるようになった。

(1) (a)～(d)に入る人名の正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。ア

a	b	c	d
① フィルヒョー	シュライデン	シュワン	フック
② フィルヒョー	シュワン	シュライデン	フック
③ フィルヒョー	クリック	ワトソン	フック
④ フィルヒョー	ワトソン	クリック	フック
⑤ フック	シュライデン	シュワン	フィルヒョー
⑥ フック	シュワン	シュライデン	フィルヒョー
⑦ フック	クリック	ワトソン	フィルヒョー
⑧ フック	ワトソン	クリック	フィルヒョー

問 2 次の文章を読み、(1)に答えよ。

細胞膜を構成するリン脂質には、親水性の部分と疎水性の部分がある。

細胞膜はリン脂質の(a)の部分が向き合うようにしてできた二重層が膜状に広がった構造をしている。

細胞膜を介した物質輸送には、細胞膜の分離や融合をともなうものがある。大きな分子や細菌などの異物は、(b)によって細胞内に取り込まれる。細胞内に取り込まれた異物は、(c)から生じるリソソームの働きによって分解される。分泌物を含む小胞は、(d)によって物質を細胞外に分泌する。

(1) (a)～(d)に入る用語の正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 イ

a

b

c

d

- | | | | |
|-------|-----------|-------|-----------|
| ① 親水性 | エキソサイトーシス | 滑面小胞体 | エンドサイトーシス |
| ② 親水性 | エキソサイトーシス | ゴルジ体 | エンドサイトーシス |
| ③ 親水性 | エンドサイトーシス | 滑面小胞体 | エキソサイトーシス |
| ④ 親水性 | エンドサイトーシス | ゴルジ体 | エキソサイトーシス |
| ⑤ 疎水性 | エキソサイトーシス | 滑面小胞体 | エンドサイトーシス |
| ⑥ 疎水性 | エキソサイトーシス | ゴルジ体 | エンドサイトーシス |
| ⑦ 疎水性 | エンドサイトーシス | 滑面小胞体 | エキソサイトーシス |
| ⑧ 疎水性 | エンドサイトーシス | ゴルジ体 | エキソサイトーシス |

問 3 次の文章を読み、(1)に答えよ。

ABO 式血液型によるヒトの血液型の判定には、赤血球の細胞膜表面に存在する糖鎖の違いが関わっている。血液型が O 型の赤血球には、H 型糖鎖が存在する。A 型の赤血球には H 型糖鎖に N-アセチルガラクトサミンが結合した A 型糖鎖が、B 型の赤血球には H 型糖鎖にガラクトースが結合した B 型糖鎖が存在する。AB 型の赤血球には A 型糖鎖と B 型糖鎖の両方が存在する。

血液型の異なるヒトの血液を混ぜ合わせると、赤血球表面の糖鎖と血しょう中の糖タンパク質(凝集素 α と凝集素 β)が反応し、凝集と呼ばれる現象が起こる。これは A 型糖鎖が凝集素 α と、B 型糖鎖が凝集素 β と反応するからである。凝集素 α は B 型の血しょうに、凝集素 β は A 型の血しょうに含まれている。O 型の血しょうには凝集素 α と β のどちらも含まれており、AB 型の血しょうには凝集素 α と β のどちらも含まれていない。凝集の有無によって ABO 式の血液型を判定することができる。

(1) 凝集が起こるのはどれか。適当なものをすべて選び、にマークせよ。

- ① A 型の血液に凝集素 α を加える。
- ② A 型の血液に凝集素 β を加える。
- ③ B 型の血液に凝集素 α を加える。
- ④ B 型の血液に凝集素 β を加える。
- ⑤ AB 型の血液に凝集素 α を加える。
- ⑥ AB 型の血液に凝集素 β を加える。
- ⑦ O 型の血液に凝集素 α を加える。
- ⑧ O 型の血液に凝集素 β を加える。

II 細胞骨格について、問1～7に答えよ。

問1 動物の体細胞分裂において、アクチンフィラメントとモータータンパク質で構成される束が形成されるのはどの時期か。最も適当なものを一つ選べ。工

- ① 間期 ② 前期 ③ 中期 ④ 後期 ⑤ 終期

問2 紡錐糸の形成を阻害する物質にコルヒチンがある。動物の体細胞分裂において、コルヒチン処理によって染色体が両極へ分かれずに分裂が止まるのはどの時期か。最も適当なものを一つ選べ。オ

- ① 間期 ② 前期 ③ 中期 ④ 後期 ⑤ 終期

問3 中間径フィラメントについて、誤っているのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。カ

- ① 核の形を保つ。
- ② 細胞の形を保つ。
- ③ 細胞の内側にある。
- ④ 細胞骨格の中で最も太い。
- ⑤ 繊維状のタンパク質を束ねたような形状をしている。

問4 植物細胞を光学顕微鏡で観察した場合、原形質流動によって動くのが観察できるのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。キ

- ① 核小体 ② ゴルジ体 ③ 小胞体 ④ 中心体 ⑤ 葉緑体

問5 ヒトの組織で、纖毛をもつ細胞が観察されるのはどれか。適当なものを二つ選び、クに二つマークせよ。

- ① 骨 ② 気管 ③ 小腸 ④ 皮膚 ⑤ 輸卵管

問 6 次の文章中の [ケ] に当てはまる数字はどれか。最も適当なものを一つ選べ。

べん毛を輪切りにして電子顕微鏡で観察すると、中央部には中心微小管が 2 本並んでおり、周辺部には 2 本の微小管が対になった二連微小管が [ケ] 本ある。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6
⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 10 ⑪ 11 ⑫ 12

問 7 (1)~(4)について、下記の用語欄から最も適当なものを一つずつ選べ。

(1) 微小管を形成しているのはどれか。 [コ]

(2) べん毛において、一方の二連微小管から隣の二連微小管に腕のように結合しているモータータンパク質はどれか。 [サ]

(3) 視床下部にある神経分泌細胞でつくられたホルモンが、細胞体側から軸索末端側まで運ばれる際の輸送に関わっているモータータンパク質はどれか。 [シ]

(4) ATP アーゼは、ATP を加水分解して生命活動に必要なエネルギーをつくり出す酵素である。筋原纖維を構成するタンパク質の中で ATP アーゼとして働くのはどれか。 [ス]

[コ] [サ] [シ] [ス] の用語欄

- | | | |
|-----------|----------|-----------|
| ① アセチルコリン | ② アドレナリン | ③ カタラーゼ |
| ④ キネシン | ⑤ クレアチニン | ⑥ ダイニン |
| ⑦ チューブリシン | ⑧ トロポニン | ⑨ トロポミオシン |
| ⑩ ヒストン | ⑪ フィブリシン | ⑫ ミオシン |

III 細胞間の接着や情報伝達のしくみについて調べるために、以下の実験を行つた。問1、2に答えよ。

シャーレの中に Ca^{2+} を含む培養液を入れ、動物から取り出した細胞を加えて数日間培養した。細胞は、シャーレの底面に接着し、分裂を繰り返し、細胞どうしが接着してシャーレの底一面に広がった。それを用いて、実験1～3をそれぞれ行った。なお、トリプシンはタンパク質分解酵素であり、EDTAは Ca^{2+} の作用を打ち消す薬剤である。

実験1：培養液を取り除き、トリプシンと Ca^{2+} を加えた緩衝液に交換すると細胞は互いに接着し合つたいくつかの塊の状態でシャーレの底面からはがれた。その後、トリプシンと Ca^{2+} を含まない緩衝液に交換すると、細胞の塊は個々の細胞にバラバラに分離した。さらに Ca^{2+} のみを加えた緩衝液に交換すると、細胞は再度集まり塊を形成した(図1)。

実験2：培養液を取り除き、トリプシンと Ca^{2+} とEDTAを加えた緩衝液に交換すると細胞はシャーレの底面からはがれて個々の細胞にバラバラに分離した。その後、 Ca^{2+} のみを加えた緩衝液に交換しても、細胞はバラバラに分離したままだった(図1)。

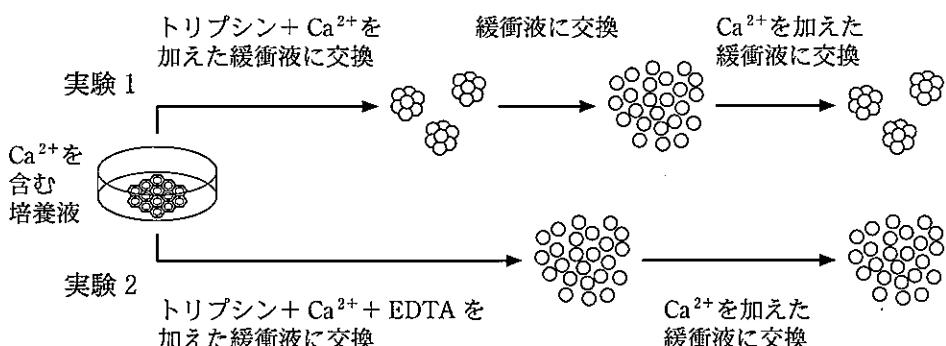


図 1

実験3：培養液を取り除き、2種類の水溶性の蛍光色素XとYを溶かした緩衝液を加え、シャーレの底面に広がっている細胞塊の細胞膜に外科用メスで傷を入れ、3分間静置した。その後、蛍光色素を含む緩衝液を取り除き、緩衝液で数回洗浄した後、蛍光顕微鏡で観察した。色素Xによる蛍光はメスの切れ目に沿った細胞のみに、色素Yによる蛍光はメスの切れ目に沿った細胞とそれに隣接する細胞に観察できた。その他の細胞には、蛍光は観察されなかった。また、観察時に、緩衝液中に蛍光色素は検出されなかった。

問1 実験1, 2の考察として正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ

選べ。 **[セ]**

- a Ca^{2+} が存在する条件下では、細胞どうしの接着に関わる分子がトリプシンに分解されにくい。
- b Ca^{2+} が存在する条件下では、細胞どうしの接着に関わる分子がトリプシンに分解されやすい。
- c 細胞どうしの接着に関わる分子は、タンパク質からできていない。
- d 細胞どうしの接着に関わる分子は、タンパク質からできている。
- e 細胞どうしの接着に関わる分子は、一旦トリプシンで分解されると、細胞接着能力を失う。
- f 細胞どうしの接着に関わる分子は、一旦トリプシンで分解されても、細胞接着能力を失わない。
- g 細胞の塊を形成するには Ca^{2+} が不要である。
- h 細胞の塊を形成するには Ca^{2+} が必要である。

- ① a, c, e, g ② a, c, e, h ③ a, d, e, g
- ④ a, d, e, h ⑤ a, d, f, g ⑥ a, d, f, h
- ⑦ b, c, e, g ⑧ b, c, e, h ⑨ b, d, e, g
- ⑩ b, d, e, h ⑪ b, d, f, g ⑫ b, d, f, h

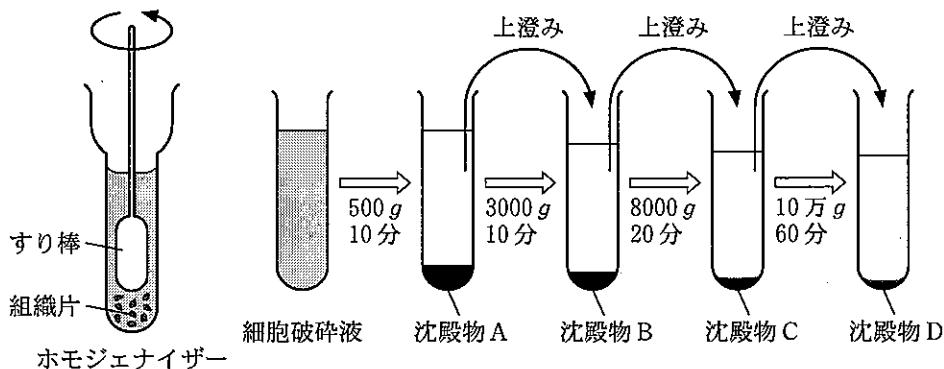
問 2 実験 3 の考察として正しいのはどれか。適当なものを二つ選び、に二つマークせよ。

- ① 蛍光色素 X のみが、リン脂質二重層を通過することができる。
- ② 蛍光色素 Y のみが、リン脂質二重層を通過することができる。
- ③ 蛍光色素 X, Y ともに、リン脂質二重層を通過することができる。
- ④ 蛍光色素 X, Y ともに、リン脂質二重層を通過することができない。
- ⑤ 蛍光色素 X のみが、隣接する細胞どうしの間で広がることができる。
- ⑥ 蛍光色素 Y のみが、隣接する細胞どうしの間で広がることができない。
- ⑦ 蛍光色素 X, Y ともに、隣接する細胞どうしの間で広がることができる。
- ⑧ 蛍光色素 X, Y ともに、隣接する細胞どうしの間で広がることができない。

IV 真核細胞の構造について、問1～5に答えよ。

問1 細胞小器官がこわれない程度に細胞をすりつぶして遠心分離機にかけ、異なる遠心力で分離を繰り返すことによって、細胞小器官などを大きさの違いによって分けることができる（細胞分画）。図1は、植物細胞の細胞分画の過程を示す。沈殿物A～Dに含まれるのはどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

上澄みを取り、しだいに強い遠心力をかける。



*g*は、重力の大きさを基準にした遠心力の大きさを表す。

図1

沈殿物A : 沈殿物B : 沈殿物C : 沈殿物D :

- ① 核 ② リボソーム ③ ミトコンドリア ④ 葉緑体

問 2 核について、正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。ト

- a 核は細菌やラン藻類の細胞内に明瞭に観察される。
- b 核の内部には膜でかこまれた核小体がある。
- c 核内で mRNA の翻訳が行われる。
- d ヒトの赤血球には核がない。
- e 核膜は二重膜からなる。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e
- ⑤ b, c ⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d
- ⑨ c, e ⑩ d, e

問 3 リボソームについて、誤っている記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。ナ

- a mRNA のもつ情報に基づいてポリペプチド鎖を合成する場となる。
- b 小胞体に付着しているものと付着していないものがある。
- c アミノ酸をつなぎ合わせる働きをしている。
- d tRNA とタンパク質からできている。
- e 膜でかこまれた構造である。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e
- ⑤ b, c ⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d
- ⑨ c, e ⑩ d, e

問 4 ミトコンドリアについて、正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 二

- a ヒトの精子にはミトコンドリアが含まれている。
- b ミトコンドリア内膜には ATP 合成酵素がある。
- c ミトコンドリア内膜がひだ状に陷入した構造をマトリックスと呼ぶ。
- d ミトコンドリアのクリステには、クエン酸回路に関与する酵素がある。
- e ミトコンドリアは、嫌気性細菌が好気性細菌に取り込まれてできたという共生説が有力である。

- ① a, b
- ② a, c
- ③ a, d
- ④ a, e
- ⑤ b, c
- ⑥ b, d
- ⑦ b, e
- ⑧ c, d
- ⑨ c, e
- ⑩ d, e

問 5 葉緑体について、誤っている記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ヌ

- a 葉緑体は独自の DNA をもつ。
- b 葉緑体に含まれるカロテノイドは、青色の光を強く吸収する。
- c 葉緑体は、植物体を構成するすべての細胞に含まれている。
- d 葉緑体の内部にはストロマと呼ばれる扁平な袋状の構造がある。
- e 葉緑体は、原始的なシアノバクテリアが起源と考えられている。

- ① a, b
- ② a, c
- ③ a, d
- ④ a, e
- ⑤ b, c
- ⑥ b, d
- ⑦ b, e
- ⑧ c, d
- ⑨ c, e
- ⑩ d, e

2

I ~ IIIに答えよ。

I ウニの発生について、問1～4に答えよ。

問1 ウニの卵および受精卵の卵割について、正しい記述の組合せはどれか。

最も適当なものを一つ選べ。 ア

- a 卵は心黄卵である。
- b 卵は端黄卵である。
- c 卵は等黄卵である。
- d 卵割様式は全割である。
- e 卵割様式は部分割である。
- f 第三卵割は等割である。
- g 第三卵割は不等割である。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① a, d, f | ② a, d, g | ③ a, e, f |
| ④ a, e, g | ⑤ b, d, f | ⑥ b, d, g |
| ⑦ b, e, f | ⑧ b, e, g | ⑨ c, d, f |
| ⑩ c, d, g | ⑪ c, e, f | ⑫ c, e, g |

問2 次の文章を読み、(1)に答えよ。

ウニの初期発生では、第四卵割が起こると、(a)半球にはそれぞれ4個の大割球と小割球が生じ、(b)半球に8個の中割球が生じる。その後の発生の過程で、胚の内部にみられる一次間充織は(c)由来の細胞で、一次間充織と二次間充織を合わせて(d)という。

(1) (a)~(d)に当てはまる用語の正しい組合せはどれか。最も適當なものを一つ選べ。 イ

a	b	c	d
① 動 物	植 物	大割球	中胚葉
② 動 物	植 物	大割球	内胚葉
③ 動 物	植 物	中割球	中胚葉
④ 動 物	植 物	中割球	内胚葉
⑤ 動 物	植 物	小割球	中胚葉
⑥ 動 物	植 物	小割球	内胚葉
⑦ 植 物	動 物	大割球	中胚葉
⑧ 植 物	動 物	大割球	内胚葉
⑨ 植 物	動 物	中割球	中胚葉
⑩ 植 物	動 物	中割球	内胚葉
⑪ 植 物	動 物	小割球	中胚葉
⑫ 植 物	動 物	小割球	内胚葉

問 3 ウニの発生について、正しい記述の組合せはどれか。最も適當なものを一つ選べ。 ウ

- a 胞胚の表面に纖毛が生じ、ふ化する。
- b 原腸の陥入は動物極側で起こる。
- c 原口は将来、口となる。
- d プリズム幼生を経てプルテウス幼生となる。

- | | | |
|--------------|-----------|-----------|
| ① a, b | ② a, c | ③ a, d |
| ④ b, c | ⑤ b, d | ⑥ c, d |
| ⑦ a, b, c | ⑧ a, c, d | ⑨ b, c, d |
| ⑩ a, b, c, d | | |

問 4 人工受精させたムラサキウニの受精卵をペトリ皿に入れ、それぞれ水温 15°C と 25°C における卵割のようすを観察した。受精から 30 分おきに 20 個ずつ取り出し、発生段階を調べた結果をそれぞれ表 1, 2 に示す。(1), (2)に答えよ。

表 1 (水温 15°C)

受精後の経過時間(分)	30	60	90	120	150	180	210	240
観察された胚の個数	受精卵 20	受精卵 20	受精卵 20	受精卵 20	受精卵 18	受精卵 14	受精卵 15	受精卵 4 2細胞期 13 4細胞期 3
					2細胞期 2	2細胞期 6	2細胞期 5	

表 2 (水温 25°C)

受精後の経過時間(分)	30	60	90	120	150	180	210
観察された胚の個数	受精卵 20	受精卵 2	2細胞期 7	4細胞期 2	8細胞期 3	16細胞期 1	桑実胚期 20
		2細胞期 18	4細胞期 13	8細胞期 18	16細胞期 17	32細胞期 19	

(1) 水温 15°C と 25°C での発生の進度を比較するため、各発生段階に応じて係数を決めた(表 3)。30 分おきに取り出した胚の発生段階の係数とその発生段階の胚の個数の積を求め、それぞれの値を合計し、胚の総数で割ることにより、発生の進度を求めた。

例えば、水温 15°C で受精後 150 分では、

$$\text{発生の進度} = (0 \times 18 + 1 \times 2) / (18 + 2) = 0.10$$

となり、このときの発生の進度は 0.10 となる。

表3

発生段階	係数
受精卵	0
2細胞期	1
4細胞期	2
8細胞期	3
16細胞期	4
32細胞期	5
桑実胚期以上	6

水温 15 °C で受精後 240 分における発生の進度を求めよ。小数第 2 位まで答えよ。

エ オ カ

(2) この実験の考察として正しいのはどれか。適当なものを二つ選び、
 キに二つマークせよ。

- ① 水温 15 °C では、すべての受精卵の発生が停止する。
- ② 水温 15 °C では、受精後 240 分ですべての受精卵が第一卵割を終えている。
- ③ 水温 25 °C では、受精後 90 分ですべての受精卵が第一卵割を終えている。
- ④ 水温 25 °C では、受精後 120 分ですべての受精卵が第三卵割を終えている。
- ⑤ 水温 15 °C で受精後 240 分の発生の進度に近いのは、水温 25 °C で受精後 60 分である。
- ⑥ 水温 15 °C で受精後 240 分の発生の進度に近いのは、水温 25 °C で受精後 90 分である。
- ⑦ 水温 15 °C で受精後 240 分の発生の進度に近いのは、水温 25 °C で受精後 120 分である。

II 動物の行動について、問1、2に答えよ。

問1 次の実験の考察として正しいのはどれか。適当なものを二つ選び、 に二つマークせよ。

2種類のアフリカトゲネズミ、トゲネズミAとトゲネズミBは、どちらも岩の多い砂漠地帯に棲息している。^{せいしょく}トゲネズミAは、夜間活動し夜明けが近づくと活動を止める。一方トゲネズミBは、夜明けからしばらく活動したのち一旦活動を止め、夕方になるとまた活動を始める。夜が近づきトゲネズミAが活動を再開するとトゲネズミBは活動を止める。つまりトゲネズミAは夜間ずっと活動するが、トゲネズミBは午前(日の出付近)と午後(日没付近)の2回活動する。

この2種の関係を調べるために次のような実験を行った。両種が多く棲息する場所に長さ60mの堆石場所^{たいせき}を2つ作り、実験地Xと実験地Yとした。2つの実験地の間でトゲネズミが行き来できないようにした。各実験地で夜間だけトラップを仕掛け、捕獲されたトゲネズミの個体数を計測した。実験地Xでは、捕獲されたトゲネズミのうちトゲネズミAだけを取り除き、トゲネズミBはその場に放した。実験地Yではトラップにかかる2種ともその場に放した。これを約2年続けた結果を図1に示す。

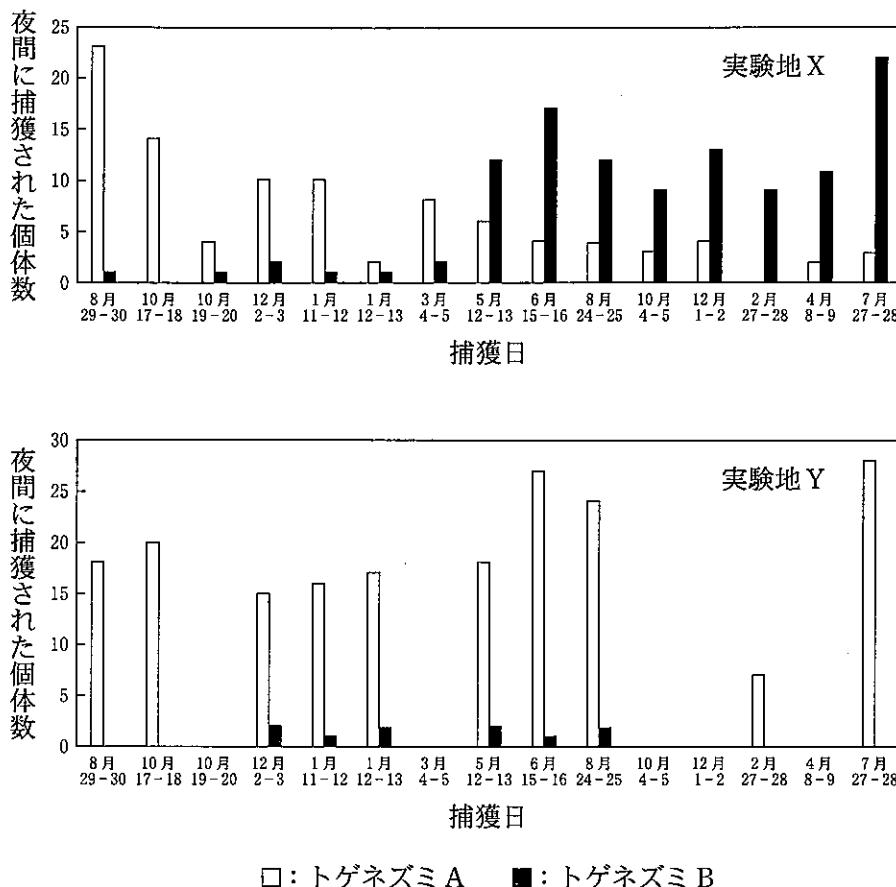


図 1

- ① 実験地 Y で行った実験は実験地 X の対照実験である。
- ② トゲネズミ A とトゲネズミ B には競争関係はない。
- ③ 実験地 Y ではトゲネズミ B の棲息数はもともと少ない。
- ④ トゲネズミ A の実現ニッチは夜行性である。
- ⑤ 自然界ではトゲネズミ B の影響でトゲネズミ A は夜行性を示す。
- ⑥ トゲネズミ A とトゲネズミ B は相利共生の関係にある。

問 2 次の実験の考察として正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **ケ**

北米に生息し生態的地位(ニッチ)が似ている 2 種類のザリガニ、ザリガニ X とザリガニ Y のうち、自然界ではザリガニ X は川や湖岸に多く、ザリガニ Y は池や沼に多く棲息している。この 2 種の関係を調べるために次のような実験を行った。長さ 9 m、幅 70 cm のタンクに水を導き、水深 10 cm に保った。タンクを 3 つの領域に分け、それぞれに岩、砂利、泥を敷いて底質を区別した。ザリガニをタンクに入れ、どの底質に棲んでいるか個体数を計測した。この実験を、ザリガニ X とザリガニ Y を個別にそれぞれ 40 匹入れて行った場合と、ザリガニ X とザリガニ Y を 20 匹ずつ入れて 2 種を混合した場合の 3 パターンで行った結果を図 2 に示す。

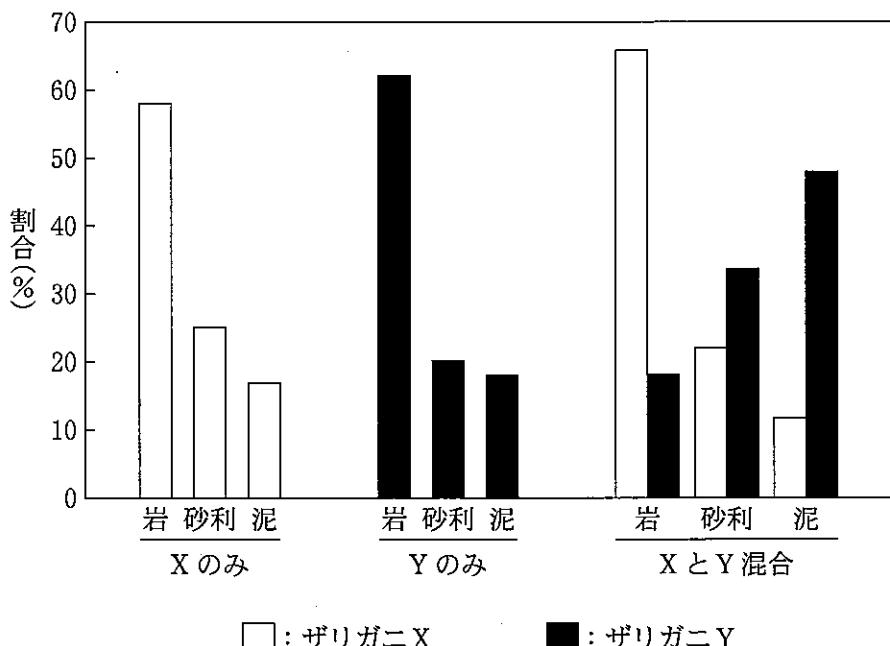


図 2

- a ザリガニ X とザリガニ Y は生態的同位種である。
- b ザリガニ X とザリガニ Y は自然界ですみわけができる。
- c ザリガニ Y の基本ニッチと実現ニッチは同じである。
- d ザリガニ X とザリガニ Y ではザリガニ X の方が競争力が強い。
- e ザリガニ X とザリガニ Y のどちらも砂利のある環境を好む。
- f ザリガニ X とザリガニ Y の自然界での分布にはどちらも底質が関係している。
- g 自然界でザリガニ Y が川にあまり棲息していないのは水深が関係している。

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|--------|
| ① a, b | ② a, d | ③ a, b, d | ④ b, d |
| ⑤ b, f | ⑥ b, e, g | ⑦ c, f | ⑧ c, g |
| ⑨ c, e, f | ⑩ d, e | ⊕ d, g | ⊖ f, g |

III 生態系について、問1, 2に答えよ。

問1 正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。□

- a ある生態系内で、最も個体数が多い種をキーストーン種という。
- b 赤潮は特定のプランクトンが異常に増殖することで発生する。
- c オゾン層が破壊されて地表や大気の温度が上昇することを温室効果といふ。
- d 干渴は海水の富栄養化を防ぐ働きがある。

- | | | |
|-----------|--------------|-----------|
| ① a, b | ② a, c | ③ a, d |
| ④ b, c | ⑤ b, d | ⑥ c, d |
| ⑦ a, b, c | ⑧ a, b, d | ⑨ a, c, d |
| ⑩ b, c, d | ⊕ a, b, c, d | |

問 2 河川には汚水流入に対して自然浄化作用がある。河川の上流に汚水が流入した場合の、水質変化と生物量変化の概念図の組合せとして最も適当なものを①～⑥から一つ選べ。BODとは生物学的酸素要求量のことであり、微生物が水中の有機物を分解するときの酸素消費量である。 サ

