

## 令和6年度 入学試験問題

# 理 科

Ⅰ 物 理・Ⅱ 化 学・Ⅲ 生 物・Ⅳ 地 学

2月25日(日)(情—自然) 13:45—15:00

(情—コン・理・)  
(医・工・農) 13:45—16:15

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子と答案冊子を開いてはいけない。
2. 問題冊子のページ数は、82ページである。
3. 問題冊子とは別に、答案冊子中の答案紙が理学部志望者と情報学部自然情報学科とコンピュータ科学科志望者には17枚(物理3枚、化学4枚、生物4枚、地学6枚)、医学部志望者と農学部志望者には11枚(物理3枚、化学4枚、生物4枚)、工学部志望者には7枚(物理3枚、化学4枚)ある。
4. 落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつたら、ただちに申し出よ。
5. 情報学部自然情報学科志望者は、物理、化学、生物、地学のうち1科目を選択して解答せよ。  
情報学部コンピュータ科学科志望者は、物理、化学、生物、地学のうち2科目を選択して解答せよ。ただし、物理を必ず含むこと。  
理学部志望者は、物理、化学、生物、地学のうち2科目を選択して解答せよ。ただし、物理、化学のいずれかを必ず含むこと。  
医学部志望者と農学部志望者は、物理、化学、生物のうち2科目を選択して解答せよ。  
工学部志望者は、物理と化学の2科目を解答せよ。
6. 解答にかかる前に、答案冊子左端の折り目をていねいに切り離し、自分が選択する科目の答案紙の、それぞれの所定の2箇所に受験番号を記入せよ。選択しない科目の答案紙には、大きく斜線を引け。
7. 解答は答案紙の所定の欄に記入せよ。所定の欄以外に書いた解答は無効である。
8. 答案紙の右寄りに引かれた縦線より右の部分には、受験番号のほかは記入してはいけない。
9. 問題冊子の余白は草稿用として使用してもよい。
10. 試験終了後退室の許可があるまでは、退室してはいけない。
11. 答案冊子および答案紙は持ち帰ってはいけない。問題冊子は持ち帰ってもよい。

# Ⅲ

## 生 物

---

- (1) 問題は、次のページから書かれていて、I，II，III，IVの4題ある。4題すべてに解答せよ。
- (2) 解答は、答案紙の所定の欄に書き入れよ。文字や記号は、まぎらわしくないようにはっきり記せ。

## 生物 問題 I

次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

文1

リボソームは小サブユニットと大サブユニットからなり、 サブユニットにはアミノ酸と合成中のタンパク質をペプチド結合でつなげる酵素活性がある。リボソームは生物界の3つのドメイン(細菌、, )のどの生物でも似ているが、それらを構成するRNAやタンパク質の配列が異なる。 のリボソームは細菌のリボソームよりも のリボソームに似ている。また、 に含まれるミトコンドリアにもリボソームがあり、電子伝達系のタンパク質を合成している。ミトコンドリアのリボソームは細菌のリボソームに似ており、このことは今から約20億年前に別の生物の細胞に細菌の一種が入ったことによって<sup>①</sup>が出現したという仮説を支持する。

設問(1): 空欄 ~  に当てはまる語句を答えよ。

設問(2): 下線①の仮説の名称を答えよ。

文2

テトラサイクリンは抗生物質の一種で、細菌のリボソームの空洞部分に入り込み、mRNA と tRNA の結合を阻害する。したがって、通常、大腸菌はテトラサイクリン存在下で生育できない。しかし、*tetA* 遺伝子(TetA タンパク質をコードする)を含むプラスミドをもつ大腸菌はテトラサイクリン存在下でも生育できる。TetA タンパク質はテトラサイクリンを細胞外に排除する輸送体である。一方、*tetR* 遺伝子という遺伝子も存在する。*tetR* 遺伝子から合成された TetR タンパク質は *tetA* 遺伝子のリプレッサーであり、テトラサイクリンと結合すると DNA 結合能を失う。

ストレプトマイシンも抗生物質で、細菌のリボソームに結合してタンパク質合成の開始を阻害するため、通常、大腸菌はストレプトマイシン存在下では生育できない。しかし、ごく低頻度でストレプトマイシンに耐性をもつ菌が生じることが知られている。そのような耐性菌では、*rpsL* 遺伝子(リボソーム小サブユニットのタンパク質 L をコードする)にアミノ酸置換を伴う突然変異が生じている。この変異遺伝子を *rpsL-mut* と呼ぶことにする。*rpsL-mut* の配列をもつ DNA をプラスミドに連結し、ストレプトマイシン感受性の大腸菌に入れると、その大腸菌はストレプトマイシン耐性になる。

設問(3)：下線②について、tRNA の中で mRNA と結合する領域の名称を答えよ。

設問(4)：下線③の *rpsL-mut* 変異遺伝子を持つ大腸菌がストレプトマイシン存在下でも生育できるメカニズムを考察し、解答欄の枠内で述べよ。

文 3

化学物質の中には、哺乳類の体の中で DNA に影響を与えるものがある。大腸菌のストレプトマイシン耐性化の機構はその影響を試験することに応用されている。以下はその例である。

野生型 *rpsL* 遺伝子, *tetA* 遺伝子, *tetR* 遺伝子および大腸菌での複製起点(複製開始点)を連結した DNA を制限酵素 *EcoRI* で切断される配列ではさみ, マウスゲノム DNA の中に挿入した(図 1)。このトランスジェニックマウス系統を系統 M と呼ぶ。系統 M のマウス個体から DNA を取り出し, *EcoRI* で切断後, 5 kb(5,000 塩基対)の DNA を回収し, DNA リガーゼを反応させて環状化した。その DNA をテトラサイクリンとストレプトマイシンの両方に感受性を示す大腸菌に導入し, テトラサイクリンを含む寒天培地(Tプレート)とテトラサイクリンとストレプトマイシンの両方を含む寒天培地(TSプレート)にて培養したところ, Tプレートにはコロニーができたが, TSプレートにはコロニーができなかった。次に, 系統 M の個体に化学物質 X を 4 週間投与してから, 同じ実験を行ったところ, TSプレートでもコロニーが出現した(図 2)。

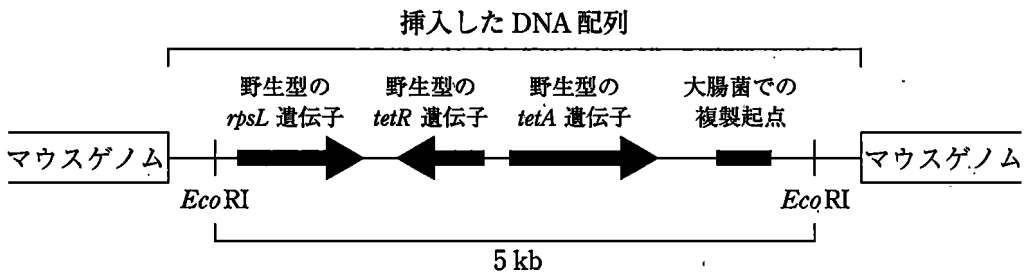


図 1 挿入した DNA 配列の模式図  
矢印は遺伝子の領域と転写方向を示す。

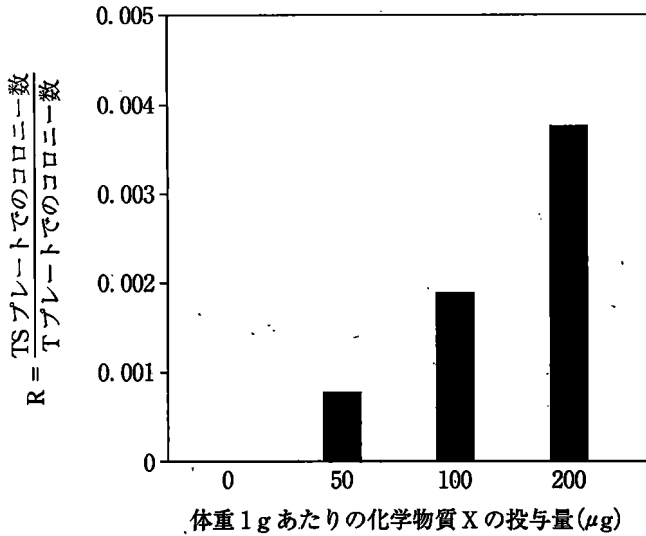


図2 TSプレートとTプレートに生育する大腸菌のコロニー数の比(R)

設問(5)：以下の(i)と(ii)の問いに答えよ。なお、表1中の *tetA-mut* は機能欠損型の変異をもつ *tetA* 遺伝子であり、*tetR-mut* は機能欠損型の変異をもつ *tetR* 遺伝子である。*rpsL-mut* については文2を参照のこと。

- (i) 系統Mのマウスに化学物質Xを与えなかった実験において、Tプレートで生育する大腸菌からDNAを回収すると5kbの環状DNAが含まれていた。最も高頻度に得られるDNAの模式図を図3の(a)~(d)の中から1つ選び、遺伝子の状態を表1の(s)~(z)の中から1つ選んで記せ。
- (ii) 体重1gあたり200μgの化学物質Xを系統Mのマウスに与えた実験において、TSプレートで生育する大腸菌からDNAを回収すると5kbの環状DNAが含まれていた。最も高頻度に得られるDNAの模式図を図3の(a)~(d)の中から1つ選び、遺伝子の状態を表1の(s)~(z)の中から1つ選んで記せ。

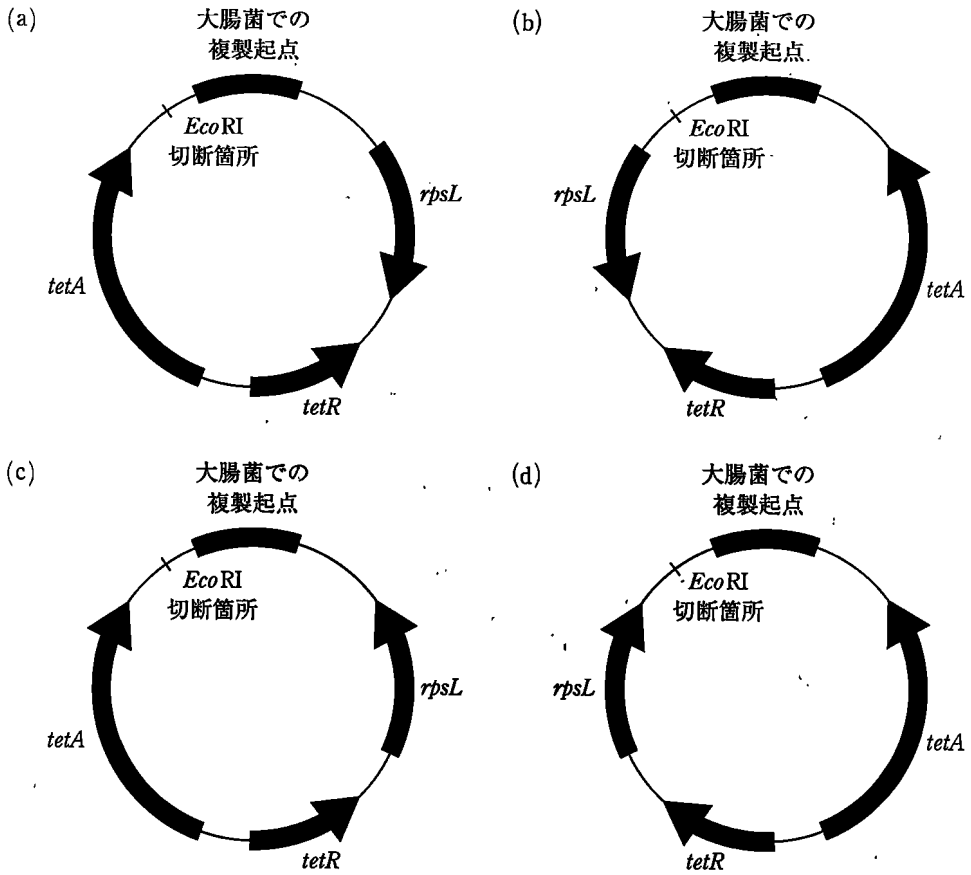


図3 大腸菌から回収された DNA 配列の模式図  
矢印は遺伝子の領域と転写方向を示す。

表1 3つの遺伝子の組み合わせ表

|     | <i>tetA</i>     | <i>tetR</i>     | <i>rpsL</i>     |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| (s) | 野生型 <i>tetA</i> | 野生型 <i>tetR</i> | 野生型 <i>rpsL</i> |
| (t) | 野生型 <i>tetA</i> | 野生型 <i>tetR</i> | <i>rpsL-mut</i> |
| (u) | 野生型 <i>tetA</i> | <i>tetR-mut</i> | 野生型 <i>rpsL</i> |
| (v) | 野生型 <i>tetA</i> | <i>tetR-mut</i> | <i>rpsL-mut</i> |
| (w) | <i>tetA-mut</i> | 野生型 <i>tetR</i> | 野生型 <i>rpsL</i> |
| (x) | <i>tetA-mut</i> | 野生型 <i>tetR</i> | <i>rpsL-mut</i> |
| (y) | <i>tetA-mut</i> | <i>tetR-mut</i> | 野生型 <i>rpsL</i> |
| (z) | <i>tetA-mut</i> | <i>tetR-mut</i> | <i>rpsL-mut</i> |

*tetA-mut* は機能欠損型の変異を持つ *tetA* 遺伝子である。  
*tetR-mut* は機能欠損型の変異を持つ *tetR* 遺伝子である。

文4

クロラムフェニコールは細菌のリボソームの活性部位に結合して、酵素反応を阻害する抗生物質である。一方、ヒトの細胞質で機能するリボソームは細菌のリボソームと活性部位の微細構造が異なり、クロラムフェニコールが結合せず、したがって機能も阻害されない。しかし、ヒトの細胞にクロラムフェニコールを投与すると、一部のタンパク質の合成が阻害されて毒性を呈する。そのため、細菌感染症に対する抗生物質としてクロラムフェニコールをヒトに投与する際には副作用に注意する必要がある。

設問(6)：下線④について、ヒトの細胞において、一部のタンパク質の合成がクロラムフェニコールによって阻害されるのはなぜか考察し、解答欄の枠内で述べよ。



## 生物 問題Ⅱ

次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

文1

細胞は細胞外のシグナル分子を受容すると、その情報に従って増殖や分化(特定の形やはたらきをもつ細胞へ変化すること)などの応答を示す。例えば細胞が増殖を開始する際には、シグナル分子が細胞膜上の受容体に結合し、受容体が細胞内の酵素Aを活性化する。活性化した酵素Aは、調節タンパク質Bをリン酸化(基質にリン酸基を共有結合させること)し、リン酸化された調節タンパク質Bが調節遺伝子Cのプロモーターに結合する。その結果、調節遺伝子CからmRNAが転写され、調節タンパク質Cが新たに翻訳される。翻訳された調節タンパク質Cは、細胞増殖に必要な遺伝子群のプロモーターに結合し、それら遺伝子群の発現を誘導することで、細胞の増殖が開始する(図1)。

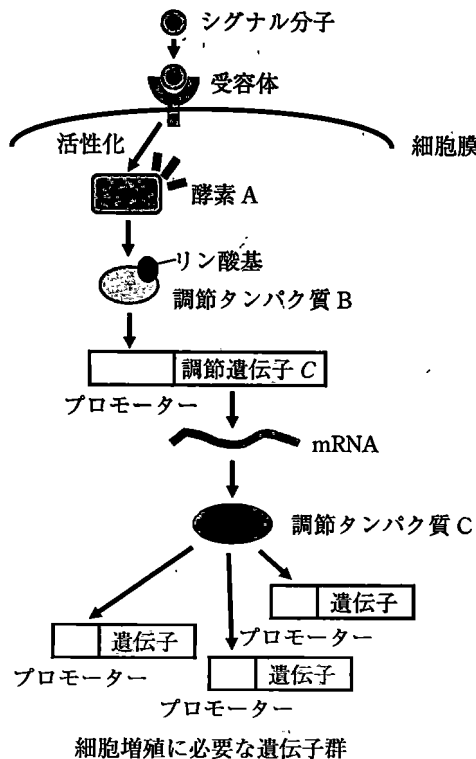


図1 シグナル分子による細胞応答

ヒトの皮膚由来の培養細胞に、シグナル分子 X を添加すると増殖を開始するが、シグナル分子 Y を添加しても増殖を開始しない。このとき、シグナル分子 X と Y はどちらも、細胞内の酵素 A を活性化し、調節タンパク質 B のリン酸化および調節遺伝子 C の発現を誘導することが知られている。

ユウキさんは、シグナル分子 X と Y はどちらも酵素 A を活性化し、調節遺伝子 C の発現を誘導するのに、なぜシグナル分子 X のみが細胞増殖を引き起こすのか不思議に感じた。そこでこの違いを明らかにしようと、酵素 A の活性の経時変化(活性時間)について調べた。その結果、図 2 のような違いがあることを発見した。ユウキさんは、この酵素 A の活性時間の違いが、シグナル分子 X と Y に対する細胞応答の違いの原因ではないかと考え、さらに調べることにした。

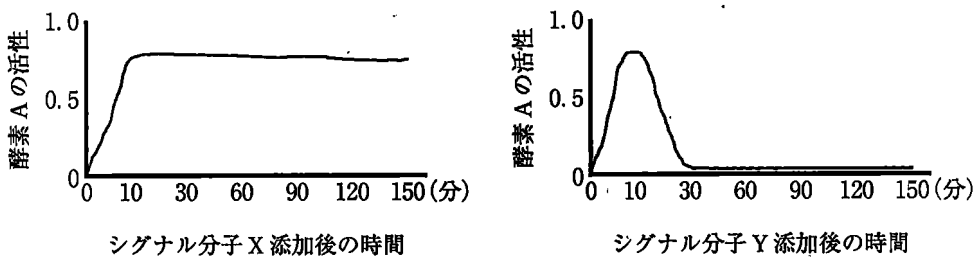


図 2 酵素 A の活性(相対値)の変化

設問(1)：細胞にシグナル分子 X を添加した時、細胞内の調節タンパク質 C の量がどのように変化するか調べた。すると、図 3 a のような結果を得た。そこで調節遺伝子 C の転写と翻訳について調べることにした。シグナル分子 X を添加してから、15 分後に調節タンパク質 B の阻害剤を加えたところ、調節タンパク質 C のタンパク質の量に変化はなかった(図 3 b)。このことから、調節遺伝子 C の転写についてわかることを解答欄の枠内で述べよ。なお調節タンパク質 B の阻害剤は、細胞に加えると直ちに調節遺伝子 C の転写誘導を阻害し、以降も阻害し続ける。

設問(2)：シグナル分子 X を添加してから、15 分後(図 3 c)あるいは 45 分後(図 3 d)に、翻訳阻害剤を細胞に加えた。これらの実験データの解釈として、以下の文中の空欄に最も適切な数字を記入せよ。なお翻訳阻害剤は、細胞に加えると直ちにタンパク質の合成を阻害し、以降も阻害し続ける。

調節遺伝子 C の翻訳はシグナル分子 X を添加してから、 分以降に始まり  分までの間に完了すると考えられる。例えばシグナル分子 X の添加後 150 分にみられる調節タンパク質 C は、 分までに合成されたものと考えられる。

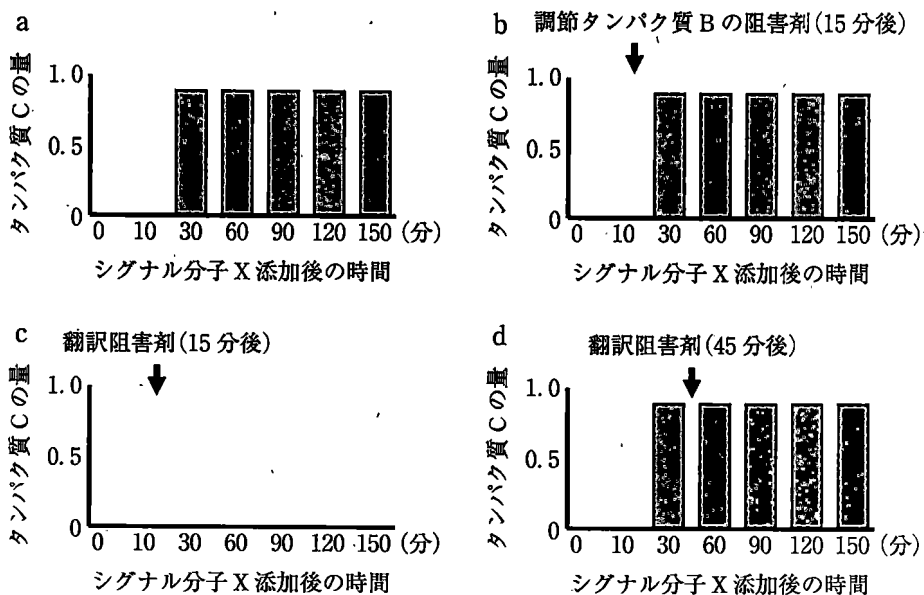


図 3 各計測時間における調節タンパク質 C の量(相対値)

文2

ユウキさんが過去に行われた実験を調べたところ、活性化した酵素Aは、調節タンパク質Bをリン酸化することにくわえ、調節タンパク質Cもリン酸化し、調節タンパク質Cを分解から防いで安定化することがわかった(図4)。また酵素Aの活性が低下すると、リン酸化された調節タンパク質Cは、やがて脱リン酸化(基質に共有結合したリン酸基が解離すること)されることもわかった(図4)。このことからユウキさんは、酵素Aの活性時間の違いが、調節タンパク質Cの量に違いをもたらすのではないかと考えた。そこでこの可能性を、酵素Aの阻害剤Zを用いて、人為的に酵素Aの活性時間を変化させることで検討した。

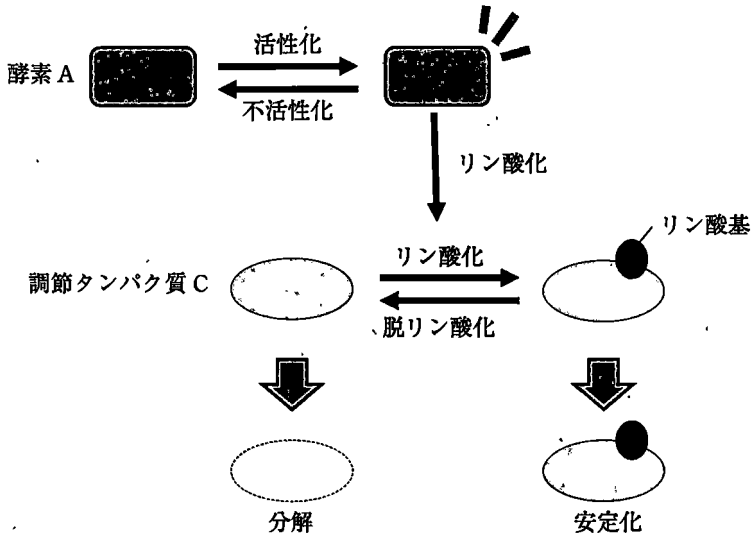


図4 酵素Aによる調節タンパク質Cのリン酸化と安定化

設問(3)：細胞にシグナル分子 X を添加すると、酵素 A の活性および調節タンパク質 C の量とリン酸化状態は、それぞれ図 5 a、図 5 b のようになった。このとき、シグナル分子 X の添加と同時(0分)、または 10 分後に、阻害剤 Z を加えたところ、酵素 A の活性はそれぞれ図 5 c、図 5 e のようになった。またこのときの調節タンパク質 C の量とリン酸化状態は、図 5 d、図 5 f に示すとおりである。なお酵素 A のタンパク質量は実験を通して変化がなかった。これらの実験結果の考察に関する以下の a)～c) の文章について、空欄  ～  に入れるのに最も適切な言葉を(ア)～(ウ)から選び解答欄に記せ。

(ア) 十分である

(イ) 十分でない

(ウ) 十分かどうか判断できない

a) 調節遺伝子 C の発現誘導には、酵素 A の活性化が 10 分で  。

b) 調節タンパク質 C のリン酸化には、酵素 A の活性化が 10 分で  。

c) 調節タンパク質 C の分解を防ぐには、酵素 A の活性化が 10 分で  。

設問(4)：次に細胞にシグナル分子 X を添加してから、45 分後に阻害剤 Z を加えた。すると、酵素 A の活性および調節タンパク質 C の量とリン酸化状態は、それぞれ図 5 g、図 5 h のようになった。なお酵素 A のタンパク質量は実験を通して変化がなかった。阻害剤 Z の添加を遅くすることで、調節タンパク質 C の量とリン酸化状態が図 5 f から図 5 h のように変化した理由を、酵素 A の活性および調節タンパク質 C の量とリン酸化状態に注目して考察し、解答欄の枠内で述べよ。

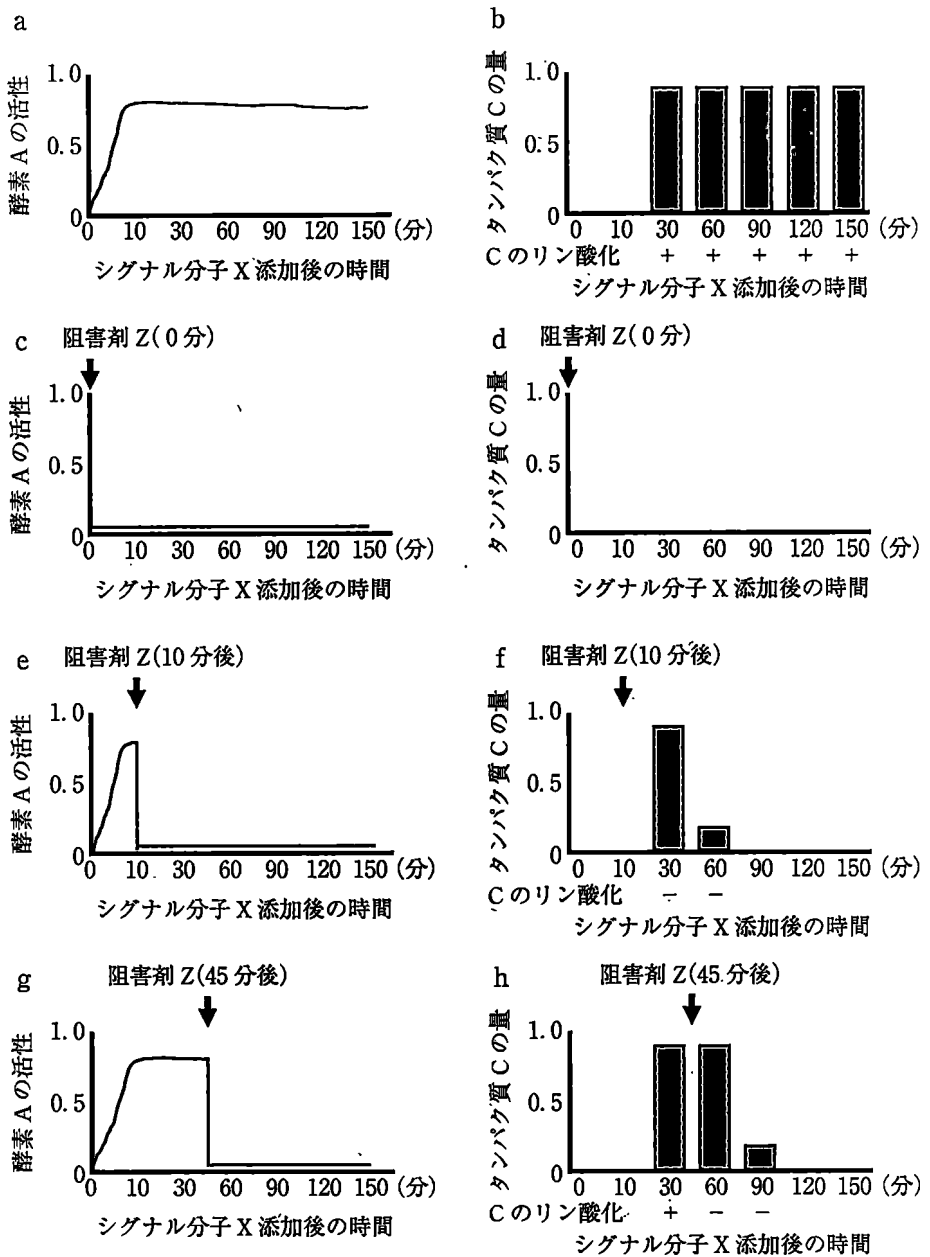


図5 阻害剤Zによる酵素Aの活性(相対値)および、調節タンパク質Cの発現量(相対値)とリン酸化状態の時間変化。Cのリン酸化が+のとき、すべてのタンパク質Cがリン酸化されており、-のとき、すべてのタンパク質Cがリン酸化されていない。

設問(5)：ユウキさんは、図5の実験において細胞が増殖するかどうか観察した。するとシグナル分子Xを添加した細胞(図5 a, 図5 b)では、細胞の増殖がみられた。一方、シグナル分子Xを添加してから、0分後、10分後、45分後に阻害剤Zを加えた細胞(図5 c～図5 h)では、細胞の増殖はみられなかった。これらの実験結果をふまえ、文1中のシグナル分子Yの添加で細胞増殖が起きなかった理由を、次の用語をすべて含めて解答欄の枠内で述べよ。

酵素A, 調節タンパク質C, リン酸化, 翻訳, 活性

草 稿 用 紙  
(切りはなしてはならない)



## 生物 問題Ⅲ

次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

文1

植物の道管は、植物体内の前形成層および形成層と呼ばれる組織の一部の細胞が分化(特定の形やはたらきをもつ細胞へ変化する現象)することによって作られる。道管が作られる過程では、前形成層あるいは形成層の細胞が、厚い細胞壁を作った後、細胞内のタンパク質や核酸を分解することにより、細胞死を起こす。このようにして、細胞壁のみを残して中空の構造となった死細胞は管状要素と呼ばれる。維管束組織では管状要素が途切れなくつながるように分化することにより機能的な道管が構築される。

細胞が管状要素へ分化するしくみを明らかにするため、植物の葉の葉肉組織の細胞(葉肉細胞)を単離し、人為的に管状要素の分化を誘導する方法が研究された。単離した葉肉細胞を様々な植物ホルモンを含む液体培地中で培養したところ、 および  の存在下で葉肉細胞を培養すると、一部の細胞が管状要素に分化する現象が観察された。

は植物細胞の成長を促進し、光屈性や重力屈性において中心的な役割を果たす植物ホルモンである。頂芽優勢をもたらすことも知られる。 は側芽の形成を促進する植物ホルモンである。 と組み合わせて植物の組織培養に広く用いられ、未分化な組織からの芽や根の再分化を促進する。

設問(1): 文中の空欄  と  に入る適切な植物ホルモンの名称を答えよ。

設問(2):  と  以外の植物ホルモンのうち、3種類の名称を答えよ。

文2

上記の培養した単離葉肉細胞を顕微鏡下で観察すると、細胞の見た目の形態を基準として、葉肉細胞、厚い細胞壁を作り始めた葉肉細胞(分化中の管状要素)、および厚い細胞壁をもち細胞内容物を失った管状要素(分化が完了した管状要素)の3種類の細胞のみが観察された。培養開始後12時間ごとに葉肉細胞および分化が完了した管状要素の割合を調べた結果、図1のようになった。なお、培養中に細胞分裂は観察されなかった。また、葉の内部とは異なり、前形成層細胞も目視では観察されなかった。

そこで、培養開始後12時間ごとに培養した細胞を回収し、前形成層細胞でのみ発現する遺伝子A、および分化中の管状要素でのみ発現する遺伝子BのmRNA量を測定した結果、図2のような結果が得られた。なお、同一の細胞が遺伝子Aと遺伝子Bを同時に発現することはできない。

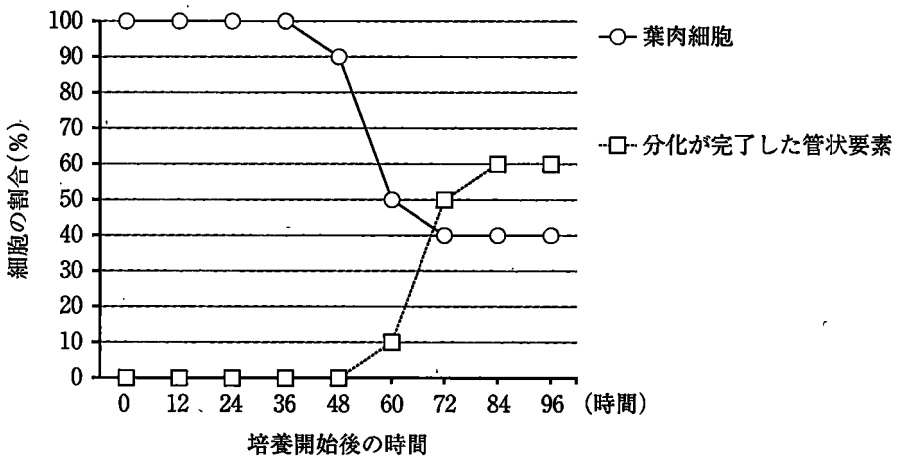


図1 培養中の細胞の割合の経時的変化

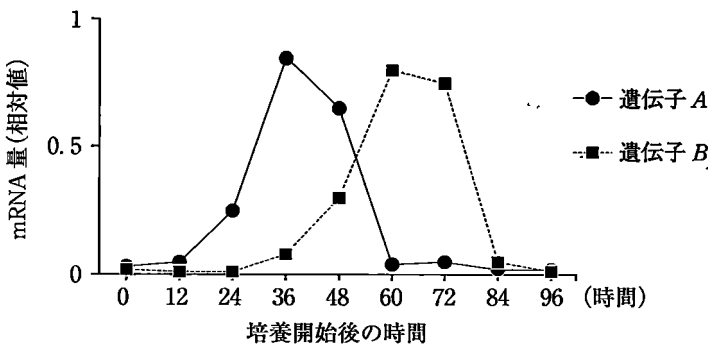


図2 培養中のmRNA量の経時的変化

設問(3)：解答欄の図に0時間目から96時間目の分化中の管状要素の割合を●で加えよ。

設問(4)：培養葉肉細胞が厚い細胞壁を作り始めてから分化が完了した管状要素になるまでの平均時間として最も適切なものを以下のa)～f)のうちから1つ選び、記号で答えよ。

- a) 6時間
- b) 12時間
- c) 24時間
- d) 36時間
- e) 72時間
- f) 84時間

設問(5)：最も多くの細胞が細胞死を起こした時間帯として最も適切なものを以下のa)～f)のうちから1つ選び、記号で答えよ。

- a) 24時間～36時間
- b) 36時間～48時間
- c) 48時間～60時間
- d) 60時間～72時間
- e) 72時間～84時間
- f) 84時間～96時間

設問(6)：培養した葉肉細胞がどのような経過を経て管状要素に分化したと考えられるか、最も適切なものを以下のa)～e)のうちから1つ選び、記号で答えよ。

- a) 葉肉細胞が伸長成長し、その後、管状要素に分化した。
- b) 葉肉細胞が葉肉細胞の見た目のまま師管の性質を獲得し、その後、管状要素に分化した。
- c) 葉肉細胞が葉肉細胞の見た目のまま前形成層細胞の性質を獲得し、その後、管状要素に分化した。
- d) 葉肉細胞が細胞内容物を増大し、その後、細胞壁を厚くして管状要素に分化した。
- e) 葉肉細胞が細胞壁を厚くした後に、前形成層細胞の性質を獲得し、その後、管状要素に分化した。

文 3

単離葉肉細胞をさまざまな密度で培養し、培養開始後 84 時間において分化が完了した管状要素の割合を計測したところ、図 3 (□通常培地) に示すような結果が得られた。低密度の培養条件 ( $1 \times 10^5$  個/mL,  $2 \times 10^5$  個/mL,  $4 \times 10^5$  個/mL) において分化が完了した管状要素の割合が低かった。単離葉肉細胞を  $8 \times 10^5$  個/mL の細胞密度で 84 時間培養した後の培養液を採取し、栄養分の量と植物ホルモンの濃度を通常培地と同等になるように調整した。この調整培地を用いて単離葉肉細胞の培養を行った結果、培養開始後 84 時間における分化が完了した管状要素の割合は、図 3 (■調整培地) に示すように低密度の培養条件においても高かった。さらに、調整培地にタンパク質分解酵素であるトリプシンを一時的に反応させ、その後トリプシンを除去した培養液を用いて葉肉細胞を培養した。その結果、培養開始後 84 時間における分化が完了した管状要素の割合は図 3 (■調整培地 + 前処理) のようになった。

単離した葉肉細胞の培養開始後 36 時間目から 72 時間目に発現する遺伝子の一つとして遺伝子 *X* が見つかった。子葉における遺伝子 *X* の mRNA は、図 4 (野生型) に示すように分化中の管状要素にのみ存在していた。遺伝子 *X* はタンパク質 *X* をコードしている。タンパク質 *X* を生産することができない変異体 *x* の成熟した子葉の道管を観察したところ、図 4 (変異体 *x*) に示すような結果が得られた。さらに、変異体 *x* の単離葉肉細胞を  $8 \times 10^5$  個/mL の細胞密度で 84 時間培養した後の培養液を採取した。この変異体 *x* 由来の培養液を上記と同様に調整して野生型の単離葉肉細胞を培養した結果、図 3 (⊠変異体 *x* 由来の調整培地) のような結果が得られた。

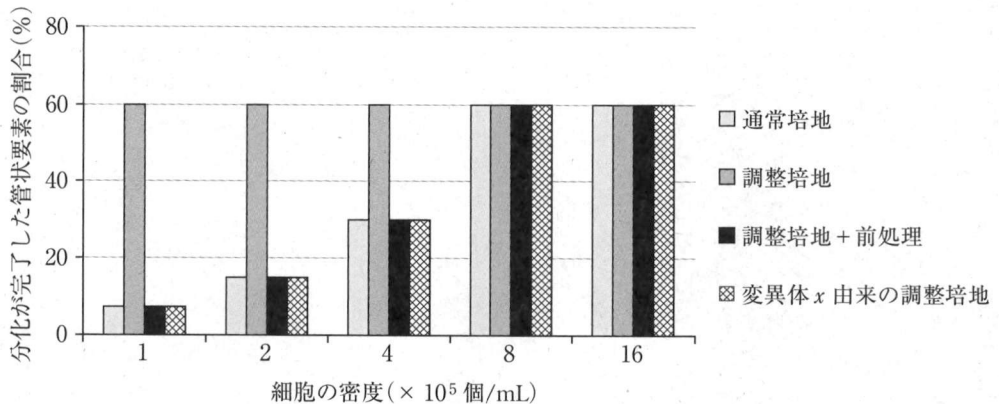


図 3 各培養条件における分化が完了した管状要素の割合

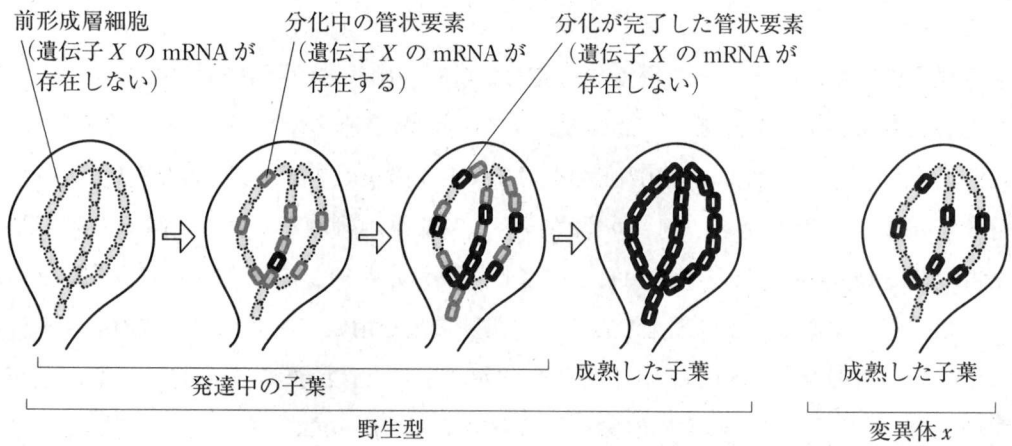


図4 子葉における管状要素の分化

設問(7)：低密度の細胞培養条件において、通常培地を用いた培養と比較して調整培地を用いた培養では管状要素の割合が高かった原因を考察して解答欄の枠内で述べよ。

設問(8)：管状要素の分化においてタンパク質 X が作用する過程について考察し、解答欄の枠内で述べよ。タンパク質 X が作られる細胞と作用する細胞に言及すること。なお、分化中の管状要素が前形成層細胞に戻ることはできない。

# 草稿用紙

(切りはなしてはならない)

## 生物 問題IV

次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

文1

地球上の陸域や水域のいろいろな場所で、さまざまな生物群集が形成されている。その中で多くの種が共存できるしくみとして、ニッチを分けていること、キーストーン種が機能していること、中規模のかく乱が生じていること、などがあげられている。

設問(1)：下線①について、ニッチの生物学的定義を解答欄の枠内で説明せよ。

設問(2)：下線②について、キーストーン種は、食物連鎖における捕食者として、多種共存に関わる間接効果をもたらす。この間接効果が生じる過程を解答欄の枠内で述べよ。

設問(3)：下線③について、かく乱の規模が小さい場合に、共存できる種数が少なくなる理由を解答欄の枠内で述べよ。

文2

アメリカのある生態学者のチームは、生物群集の動態を検証するために、トカゲ3種(A, B, C)を用いて、ある海域の無人の群島で野外実験を行った。この群島では、トカゲとしてはAのみが生息し、島内に天敵は存在しない。研究チームは、ほぼ同じ面積で、トカゲAの単位面積あたりの個体数(個体群密度)が40匹の16島を選定し、4島ずつ4つのグループに分けた。そして、グループIにはトカゲBを個体群密度10匹で移入、グループIIにはトカゲCを個体群密度10匹で移入、グループIIIにはトカゲBとトカゲCをそれぞれ個体群密度10匹で移入した。いずれのトカゲ種も移入しなかったグループを対照群とした。トカゲBはトカゲAと同程度の体サイズで競争関係にあり、トカゲCは3種の中で最も大型だが、トカゲAやトカゲBを捕食しない。なお、これら3種のトカゲについて、ふ化後の成長段階や性比は無視できるものとする。

各トカゲ種の個体群密度を経年的に記録した結果、図1のようになった。図中の値は、各グループの平均を示している。

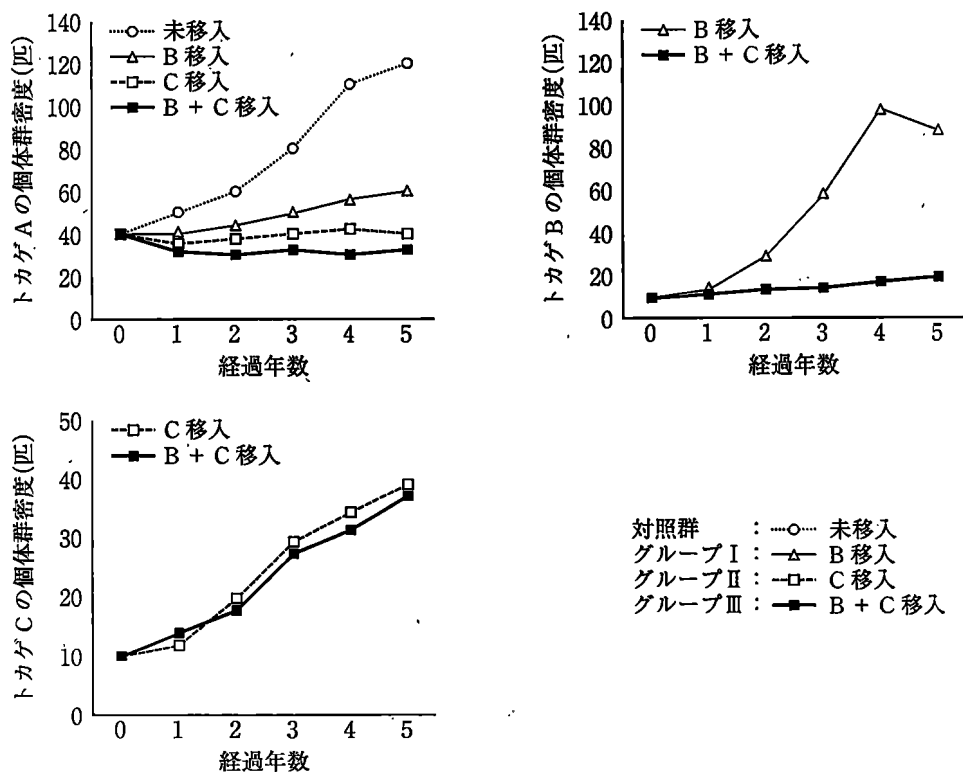


図1 各グループにおける各トカゲ種の個体群動態



またグループⅢのうち、トカゲBの個体群動態を島ごとに比較すると図2のようになり、1つの島(島ア)で絶滅が起こっていた。

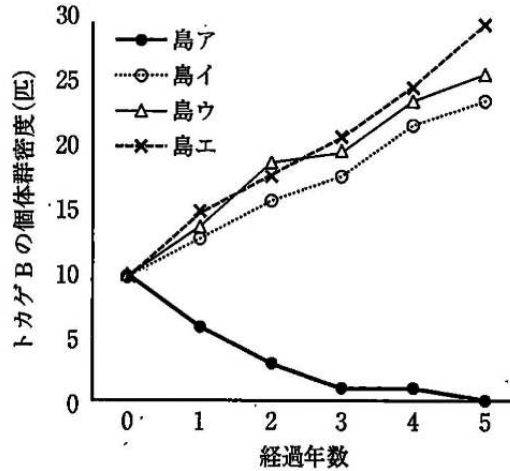


図2 グループⅢにおける島ごとのトカゲBの個体群動態

設問(4)：実験結果に関する以下の文章について、正しいものをすべて選べ。

- a) トカゲAは、他種の移入が無い場合、個体群密度が指数関数的に高くなっていく。
- b) 不備のため、削除
- c) トカゲAは、トカゲBの有無にかかわらず、トカゲCの移入によって個体群密度の増加が抑制される。
- d) トカゲBは、トカゲCと同時に移入して絶滅しなかった場合、単独で移入した場合よりも個体群密度が高くなる。
- e) 3種の共存下では、トカゲCの個体群密度の増加率が最も大きい。

設問(5)：島アのように個体群密度の減少が止まらない要因について、「交配」に関わる点を2つ解答欄の枠内で述べよ。

文 3

研究チームは、各トカゲ種の生息場所に着目した。トカゲ A は樹上より地上に多く、トカゲ B は地上より樹上に多く、トカゲ C はほぼ地上に居る習性がある。生息場所を経年的に観察し、樹上利用率を追跡調査した。樹上利用率は以下の式で算出される。

$$\text{樹上利用率(\%)} = \frac{\text{樹上観察数}}{\text{樹上観察数} + \text{地上観察数}} \times 100$$

その結果は、図 3 のようになった。図中の値は、各グループの平均を示している。

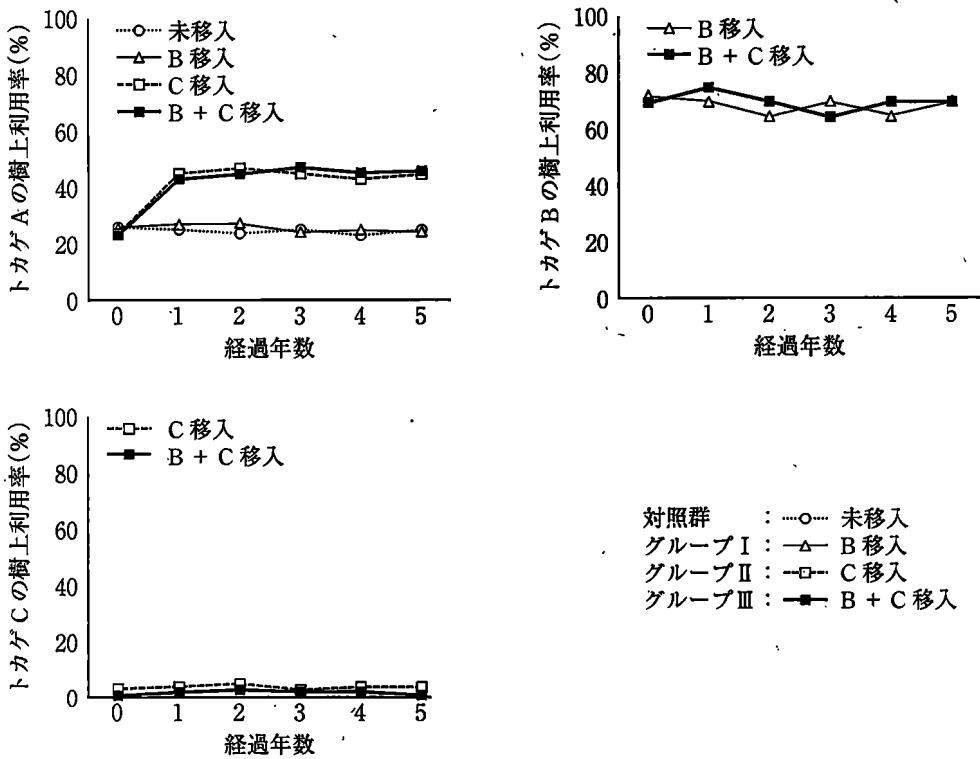


図 3 各グループにおける各トカゲ種の樹上利用率

設問(6)：以下の文中の空欄 (ア) ～ (オ) に入る適切な語句について、最も正しいと考えられる組み合わせを選択肢の中から1つ選べ。

図3の結果から、トカゲ (ア) はトカゲ (イ) の有無にかかわらず、トカゲ (ウ) の移入によって (エ) から (オ) へ生息場所を変化させた、と推察される。

| 選択肢 | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) | (オ) |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1   | A   | B   | C   | 樹上  | 地上  |
| 2   | B   | A   | C   | 地上  | 樹上  |
| 3   | C   | A   | B   | 樹上  | 地上  |
| 4   | A   | C   | B   | 地上  | 樹上  |
| 5   | B   | C   | A   | 樹上  | 地上  |
| 6   | C   | B   | A   | 地上  | 樹上  |
| 7   | A   | B   | C   | 地上  | 樹上  |
| 8   | B   | A   | C   | 樹上  | 地上  |
| 9   | C   | A   | B   | 地上  | 樹上  |
| 10  | A   | C   | B   | 樹上  | 地上  |
| 11  | B   | C   | A   | 地上  | 樹上  |
| 12  | C   | B   | A   | 樹上  | 地上  |

文 4

研究チームは各トカゲ種の餌にも着目した。3種とも餌は昆虫である。実験最終年(移入処理後5年目)に糞を採取し、各トカゲ種が採餌した昆虫の種類と相対量をDNAメタバーコーディング法という技術で推定した。その結果、トカゲが採餌した昆虫はゴキブリ類とハムシ類が多く、その比率は図4のように4つのパターンに大別された。なお、ゴキブリ類は地上、ハムシ類は樹上をすみかにしていた。

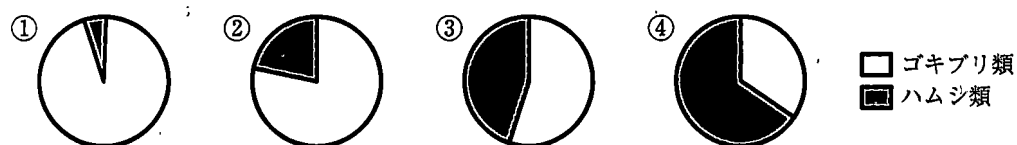


図4 トカゲが採餌したゴキブリ類とハムシ類の比率

設問(7)：表の空欄(ア)～(オ)に最も適合するトカゲの採餌パターンを図4の①～④から1つずつ選べ。

|                     | トカゲ A | トカゲ B | トカゲ C |
|---------------------|-------|-------|-------|
| 対照群 : 未移入           | ②     | /     | /     |
| グループ I : B 移入       | (ア)   | ④     | /     |
| グループ II : C 移入      | (イ)   | /     | ①     |
| グループ III : B + C 移入 | (ウ)   | (エ)   | (オ)   |

設問(8)：一連の研究結果を実験最終年における生物間相互作用の模式図として表すと、グループⅢは図5のようになると考えられる。

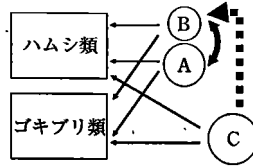
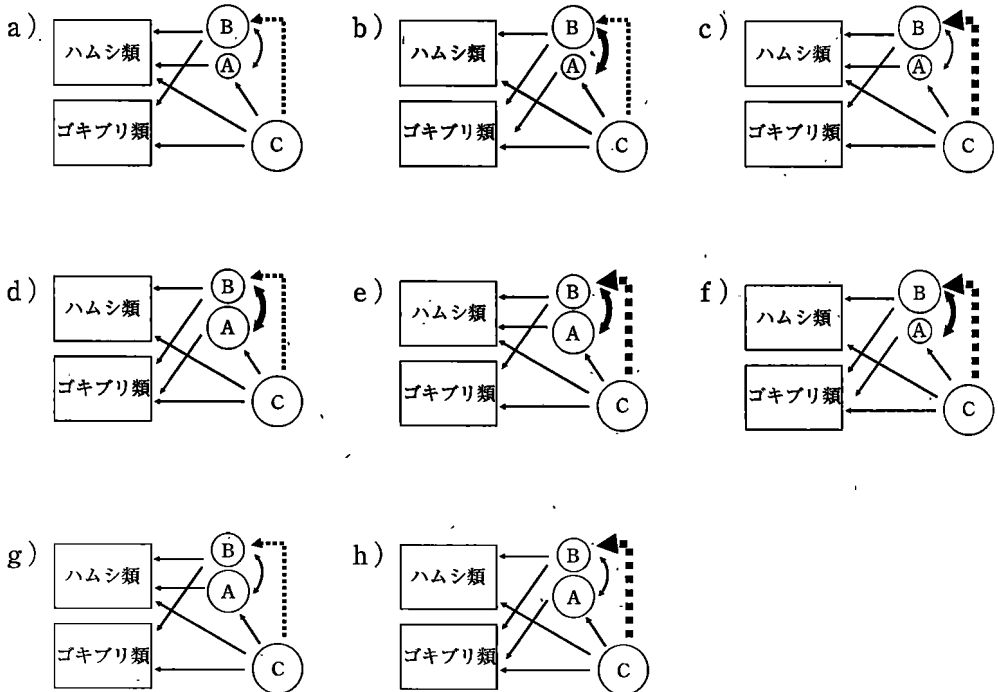


図5 実験最終年におけるグループⅢの生物間相互作用の模式図

もし、トカゲCが昆虫に加えてトカゲAも餌にして、トカゲAの個体数が減少する場合、図5はどのように変わると予想されるか、a)～h)の中から最も適合するものを1つ選べ。なお、模式図において、A～Cはトカゲ種を示し、円の大きさは個体数を相対的に反映している。実線の矢印は「捕食者→被食者」の関係を示す。実線の両矢印(↔)は競争関係を、点線の矢印(⋯)は「トカゲCからトカゲBへの間接的な負の影響」を示し、線の太さはそれぞれ競争関係の程度、負の影響の程度を相対的に反映している。



# 草 稿 用 紙

(切りはなしてはならない)

# 草稿用紙

(切りはなしてはならない)