

前

平成 17 年度 入 学 試 験 問 題

理 科

200 点満点

《配点は、学生募集要項に記載のとおり。》

物 理	(1 ～ 10 ページ)	化 学	(11 ～ 24 ページ)
生 物	(25 ～ 40 ページ)	地 学	(41 ～ 50 ページ)

(注 意)

1. 問題冊子および解答冊子は係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほかに 50 ページ、解答冊子は表紙のほかに、物理：8 ページ、化学：12 ページ、生物：12 ページ、地学：12 ページ、である。
3. 問題は物理 3 題、化学 4 題、生物 4 題、地学 4 題である。
4. 筆答開始後、選択した科目の解答冊子の表紙所定欄に学部名・受験番号・氏名をはっきり記入すること。表紙には、これら以外のことを書いてはならない。
5. ◇工学部志願者並びに農学部食品生物科学科を第 1 ～ 第 3 志望のいずれかとする志願者は、物理・化学の 2 科目を解答すること。
◇医学部(医学科)・医学部(保健学科「検査技術科学専攻」・「理学療法学専攻」)・薬学部志願者は、物理・化学・生物のうちから 2 科目を選択すること。
◇医学部(保健学科「看護学専攻」・「作業療法学専攻」)志願者は、生物 1 科目と物理・化学のうちから 1 科目の計 2 科目を解答すること。
◇総合人間(理系)・理・農学部志願者は、物理・化学・生物・地学のうちから 2 科目を選択すること。(ただし、農学部食品生物科学科を第 1 ～ 第 3 志望のいずれかとする志願者を除く。)
6. 解答は、すべて解答冊子の指定された箇所に記入すること。
7. 解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがある。
8. 解答冊子は、どのページも切り離してはならない。
9. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、選択した科目の解答冊子は持ち帰ってはならない。

生物問題 I

次の文(A), (B)を読み, 問 1 ~ 問 6 に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) 分裂酵母と呼ばれる酵母は, 円柱状の細胞が伸張し, ある一定の大きさになると核分裂がおり, 分裂した核の間に細胞壁が形成されて, 体細胞分裂が完了する(図 1 右)。分裂酵母は通常の生育条件では単相の状態では細胞分裂を繰り返す。また, 分裂期には核膜の消失がおこらず, 核がそのまま 2 つに分離する。さらに, 核分裂後, 2 つの核の間に細胞壁が形成されるのとはほぼ同時に DNA 合成が始まり, 2 つの娘細胞が分離するときには DNA 合成が完了しているという特徴がある(図 1 右)。

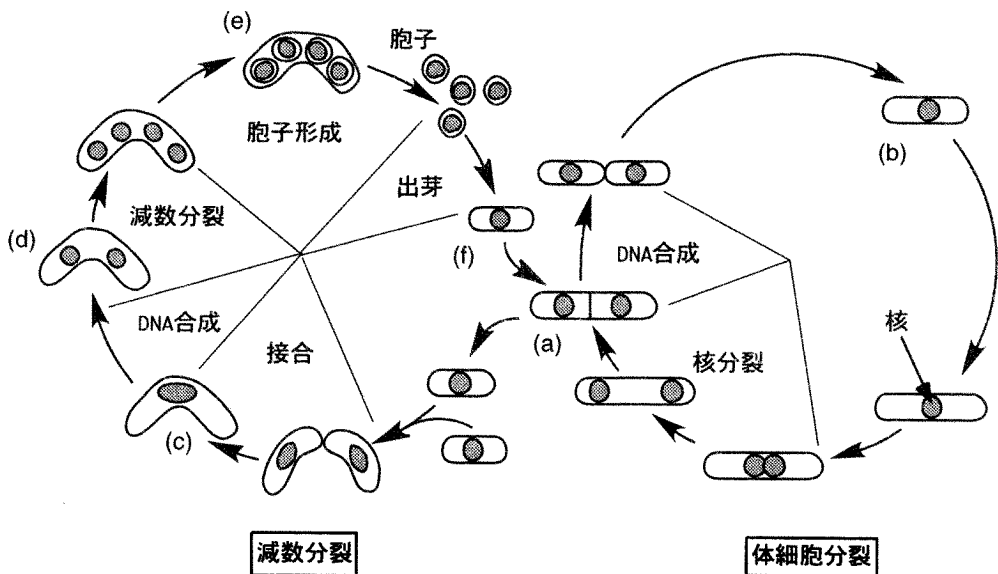


図 1

分裂酵母にも2つの性がある。培地の窒素源が少なくなり栄養状態が悪くなると、核分裂後 DNA 合成を行わず、異なる性の細胞同士が接合し核融合がおこる。接合した細胞はすぐに DNA 合成を行った後、ただちに減数分裂を開始する。この減数分裂の過程は、ヒトのような複相の状態で生活する生物の減数分裂と同様におこる。すなわち、減数第一分裂が始まると接合したそれぞれの細胞由来の 染色体が する。第一分裂中期には した染色体が に並び、後期にはいると 染色体が分離して2つの核に分配される。第二分裂では体細胞分裂と同様に、それぞれの染色体が第二分裂後期に2つに分かれ4つの核に分配される。そして、最終的に4個の胞子を形成する(図1左)。単相世代の分裂酵母は DNA 合成直前の時期には3本の染色体を持つので、形成された胞子はそれぞれ 本の染色体を持つことになる。

問 1 文中の ~ に適切な語句または数字を記入せよ。

問 2 図1において、(a)の酵母の核1個当たりの DNA 量を1とすると、(b)~(f)の酵母の核1個当たりの DNA 量はいくらになるか記せ。

この問題は次のページに続いている。

(B) 分裂酵母の生育に必要なYという物質はAという酵素の働きにより前駆物質Xから合成される。酵素Aをつくる遺伝子Aに突然変異がおこり酵素Aが機能を失うと、Xが細胞内に蓄積し、寒天培地上で赤いコロニー(1個の細胞由来の細胞集団)を形成する。一方、野生型の細胞は同じ寒天培地上で白いコロニーを作る。

遺伝子Aにある種の変異を持つ株では25番目のアミノ酸までしか持たない不完全な酵素Aが合成され、赤いコロニーを形成する。これは遺伝子Aの **オ** 番目の塩基が **カ** に置換された結果、本来 **キ** というアミノ酸に対応するはずの26番目のコドンが、翻訳の終止を意味する終止コドンに変化したためである。ある運搬RNA(tRNA)遺伝子に特殊な変異(抑制変異)がおこると、この遺伝子Aの変異は抑制されて白いコロニーを形成するようになる。この時の酵素Aのアミノ酸配列を調べると、全アミノ酸の数は野生型と同じであったが、26番目のアミノ酸はセリンであった。

問3 図2を参考にして、文中の **オ** ~ **キ** に適切な数字または語句を記入せよ。ただし、**カ** の塩基の名前は略号ではなく正式名を記せ。

野生型の遺伝子Aの塩基配列
(70番目から84番目の塩基まで)

```

GATGGAGGACGTGAG
CTACCTCTGCACTC
  |                   |
 70                   84
  
```

伝令RNAの遺伝暗号表

GGA	グリシン
UCA	セリン
CGU	アルギニン
GAG	グルタミン酸
GAU	アスパラギン酸
UGA	終止コドン

図2

問4 下線部①について、どのような仕組みで運搬RNAの変異が遺伝子Aの変異を抑制していると考えられるか、解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問 5 遺伝子 A の変異株と野生株を接合させ、胞子形成を行わせた。その結果できた胞子を寒天培地にまき、それぞれの胞子からコロニーを作らせた。このとき、白いコロニー：赤いコロニーの分離比を記せ。

問 6 遺伝子 A の変異だけを持つ株と運搬 RNA の抑制変異だけを持つ株を接合させ、できた胞子を寒天培地にまき、それぞれの胞子からコロニーを作らせた。ただし、抑制変異だけを持つ株は白いコロニーを作る。

(1) 仮に、遺伝子 A と抑制変異を持つ運搬 RNA 遺伝子がそれぞれ異なる染色体に存在するものとする。期待される白いコロニー：赤いコロニーの分離比を記せ。

(2) 実際に胞子を寒天培地にまいて、出てきたコロニー 2,000 個について調べたところ、白いコロニーが 1,231 個、赤いコロニーが 769 個であった。遺伝子 A と抑制変異を持つ運搬 RNA 遺伝子の組換え価(%)はいくらになるか、計算せよ。ただし、答えは整数で記せ。

生物問題 II

次の文を読み、問1～問4に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

哺乳類の神経細胞は、核のある **ア**，他の神経細胞からの情報を受け取る **イ** ならびに、電気信号を伝達する **ウ** からなる。有髄神経の場合、**ウ** は絶縁性の高い **エ** に取り巻かれており、伝導速度が極めて速い。この **エ** の切れ目を **オ** といい、速い伝導を **カ** 伝導と呼ぶ。神経細胞内の電位は、通常 -60 mV 程度の負に維持されており、この興奮していない状態の電位を **キ** という。神経細胞は他の神経細胞や筋肉などの効果器と接合し、この接合部を **ク** と呼ぶ。 **ク** の興奮を伝達する側には、神経伝達物質を中に含む **ケ** があり、刺激を受けて神経伝達物質を放出する。放出された神経伝達物質は **コ** に結合し、情報を伝達する。

問1 文中の **ア** ～ **コ** に適切な語句を記入せよ。

問2 有髄神経細胞が興奮したとき、 **ア** で発生した活動電位は、一方向性を保って **ウ** 内を伝達される。その理由を解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問3 神経細胞内の Na^+ 濃度は細胞外より低く、 K^+ 濃度は細胞外より高いため、興奮により膜電位が閾値を超えると、細胞内への Na^+ の一過的な透過性上昇と、細胞外への K^+ の一過的な透過性上昇による電位変化が生じる(図1)。では、神経細胞を(a)～(d)の条件においた場合、それぞれどのような電位変化を示すか、図2の(あ)～(く)の中から最も適切なものを1つ選べ。ただし、 Na^+ の細胞外濃度は 0.150 mol/l 、細胞内濃度は 0.005 mol/l 、 K^+ の細胞外濃度は 0.003 mol/l 、細胞内濃度は 0.140 mol/l であるとする。また、実験にあたり、細胞外の浸透圧が細胞内と同じになるよう、必要に応じてスクロース(ショ糖)を細胞外液に添加した。

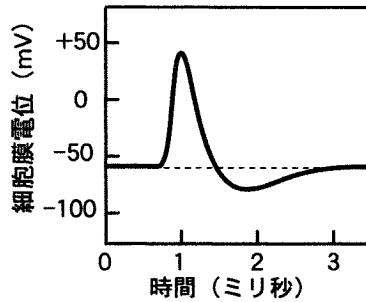


図 1

- (a) 細胞外の Na^+ 濃度を細胞内と同じ濃度にして、神経細胞を刺激した場合。
- (b) 細胞外の K^+ 濃度を 0 mol/l にして、神経細胞を刺激した場合。
- (c) Na^+ の透過性を阻害するフグ毒を加えた状態で、神経細胞を刺激した場合。
- (d) K^+ の透過性を阻害するテトラエチルアンモニウム (TEA) を加えた状態で、神経細胞を刺激した場合。

問 4 Na^+ と K^+ の透過性は、それぞれのイオンの濃度勾配により流れようとする力と、細胞内外の電位差のバランスで決まる。濃度勾配と電位差が釣り合い、イオンの透過が消失する電位を平衡電位という。 Na^+ の平衡電位は $+55 \text{ mV}$ で、 K^+ の平衡電位は -95 mV である。さて、神経細胞内に挿入した電極を用いて細胞膜電位を強制的に特定の値に維持する電位固定法を使用して、神経細胞の活動電位発生時に生ずる Na^+ と K^+ の透過性の増加に基づく電流の変化を観察した。(e)~(j) の条件で神経細胞の膜電位を固定したときに観察される電流に関して、図 3 の(け)~(た)の中から最も適切なものをそれぞれ 1 つ選べ。ただし、陽イオンの細胞内への流れを内向き電流、細胞外への流れを外向き電流とする。

- (e) 膜電位を 0 mV に固定した場合。
- (f) フグ毒を加えた状態で、膜電位を 0 mV に固定した場合。
- (g) TEA を加えた状態で、膜電位を 0 mV に固定した場合。
- (h) フグ毒と TEA の両方を加えた状態で、膜電位を 0 mV に固定した場合。
- (i) 膜電位を $+55 \text{ mV}$ に固定した場合。
- (j) 膜電位を -95 mV に固定した場合。

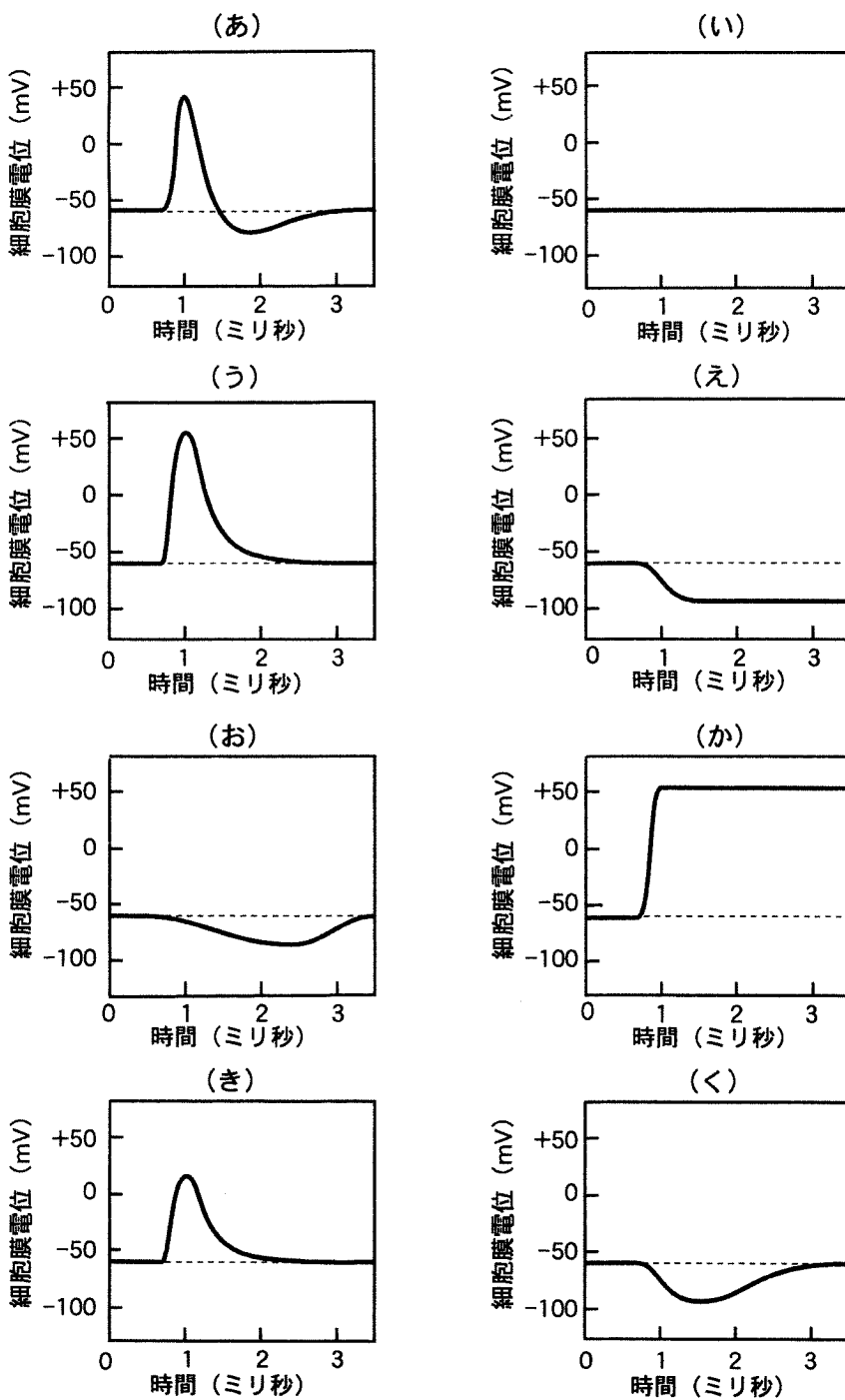


図 2

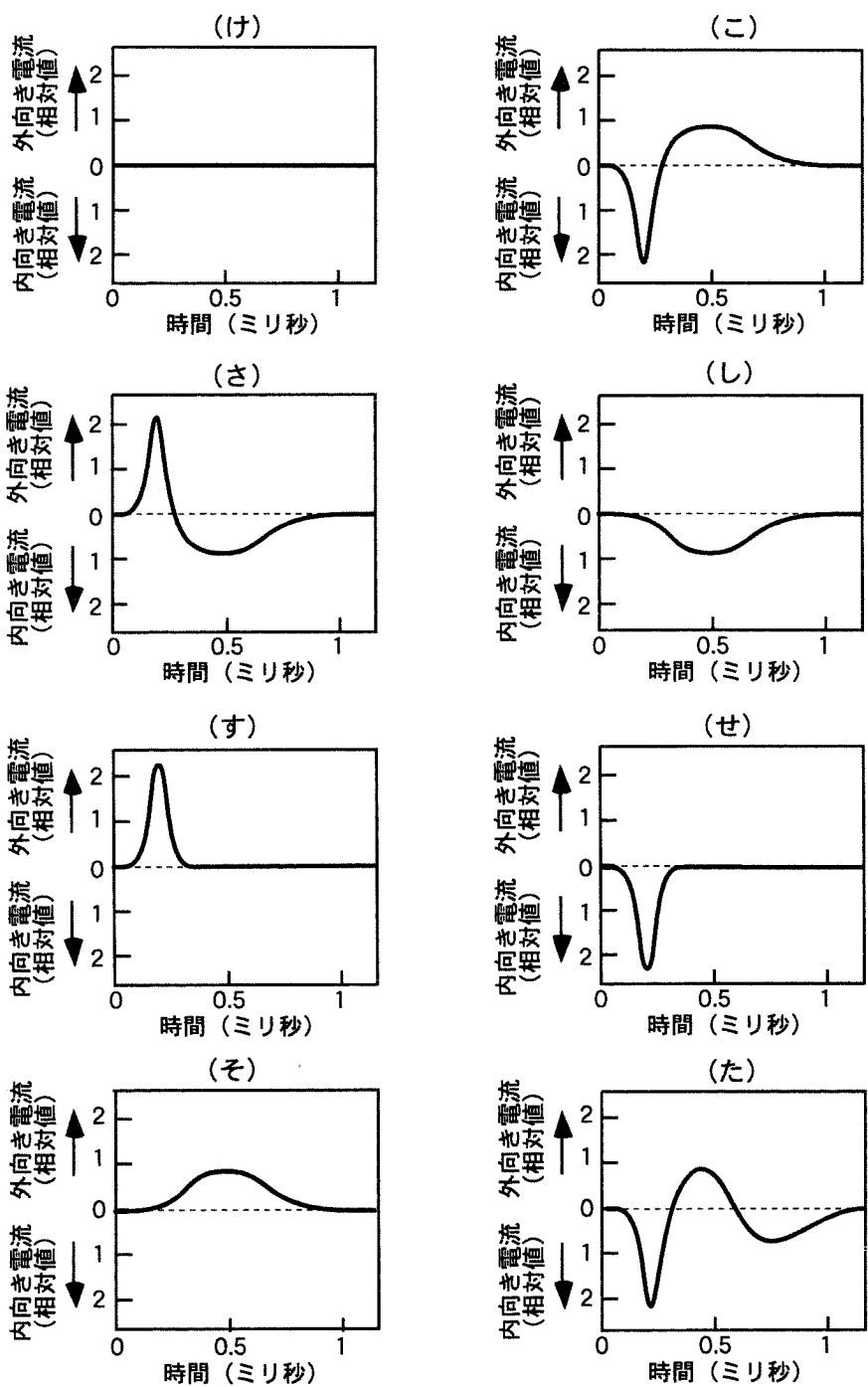


図 3

生物問題 III

次の文(A)、(B)を読み、問1～問6に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

- (A) 生物の分布は様々な要因により決定されている。温度条件もその重要な要因のひとつである。温度のような環境条件に変化が生じたとき、生物はその変化に応じて分布を変える。地表面から放射された熱が、 効果ガスと呼ばれる一連の物質によって吸収され、地表面の温度が上昇する温暖化の可能性が最近報告されている。たとえば日本では、温暖化現象が進むと、高山に分布するのような鳥やのような樹木の分布域が狭くなると考えられている。また、これまで亜熱帯地域に生息していた昆虫がその分布域を次第に北に広げていることが知られており、昆虫を介して伝播されるマラリアのような伝染病が北上する危険性も危惧されている。

問1 文中の～にあてはまる語句を、以下の(あ)～(し)から選び、その記号を解答欄に記入せよ。

- | | | | |
|------------|----------|-----------|----------|
| (あ) 環境変異 | (い) 温室 | (う) アカマツ | (え) 砂漠化 |
| (お) エルニーニョ | (か) オオタカ | (き) 密度 | (く) コナラ |
| (け) オコジョ | (こ) ハイマツ | (さ) ライチョウ | (し) スダジイ |

問2 下線部①について、温度以外で生物の分布に影響を与える環境要因を2つあげ、解答欄に記入せよ。

(B) 昆虫のような変温動物では、ある発育ステージを完了するまでに必要な時間は、温度が高いと短くなり、温度が低いと長くなる。しかし、発育に最低必要な限界温度があり、これより低い温度では発育が進まない。この温度を発育ゼロ点と呼ぶ。
 ② 発育ゼロ点より気温が上がると、1日の平均気温と発育ゼロ点の温度差が発育に有効な温量となり、その温量の合計(積算値)がk日目に一定値を超えると、発育が完了する。たとえば、^ふ孵化した幼虫が成虫になるまでに必要な温量をTとすると、

$$T = \sum_{n=1}^k (t_n - t_0) \quad (\text{ただし, } t_n \geq t_0 \text{ とする。})$$

と表すことができる。なお、単位は日・度である。ここで t_0 は発育ゼロ点、 t_n は孵化後n日目の日平均気温である。

問3 下線部②について、ある昆虫Mの発育ゼロ点を求めるために、いくつかの温度条件で、卵が孵化してから成虫になるまでに必要な日数を求め、その逆数として与えられる1日当たりの発育速度(相対値)yと温度xとの関係を調べた。その結果、図1に示すような直線関係が得られ、 $y = 0.005x - 0.051$ が成り立つことが分かった。昆虫Mの発育ゼロ点を計算により求め、小数点以下1けたまで記せ。

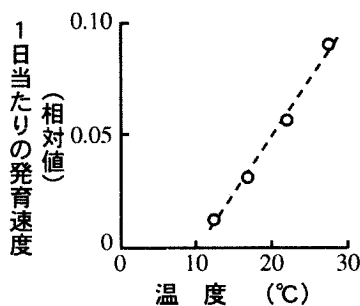


図1

問 4 表 1 は、ある地方 P における日平均気温の変化と、昆虫 M とは別の昆虫 N が孵化後、成虫になるまで発育するのに有効な温量、並びにその日までの有効温量の合計値(積算値)を示している。表中の ~ に適切な数値を入れよ。ただし、P 地方では昆虫 N はすべて 5 月 15 日の午前零時に孵化するものとして計算し、それぞれの数値は小数点以下 1 けたまで求めよ。

表 1

月/日	5/15	5/16	5/17	5/18	5/28	5/29	5/30	5/31
t_n	17.5	<input type="text" value="工"/>	18.0	18.2	17.4	22.3	22.5	20.8
$t_n - t_0$	9.3	9.5	9.8	<input type="text" value="オ"/>	4.2	14.1	14.3	12.6
$\sum_{n=1}^k (t_n - t_0)$	9.3	18.8	28.6	38.6	55.3	<input type="text" value="力"/>	183.7	196.3

問 5 表 1 においてはデータが 5 月 31 日分まで記載されているが、この昆虫 N の場合、孵化した幼虫は有効温量の合計(積算値)が 325 日・度にならないと成虫にならないことが知られている。5 月 31 日の気温が続くと仮定した場合、昆虫 N が羽化して成虫になるのは 月 日になると推定される。解答欄の と にそれぞれ、推定される月と日を記入せよ。

問 6 図 2 は、P 地方において 5 月 15 日午前零時に孵化した昆虫 N の幼虫が発育するのに有効な温量を 5 月 15 日から 6 月 15 日まで合計し、等温量線として表したものである。

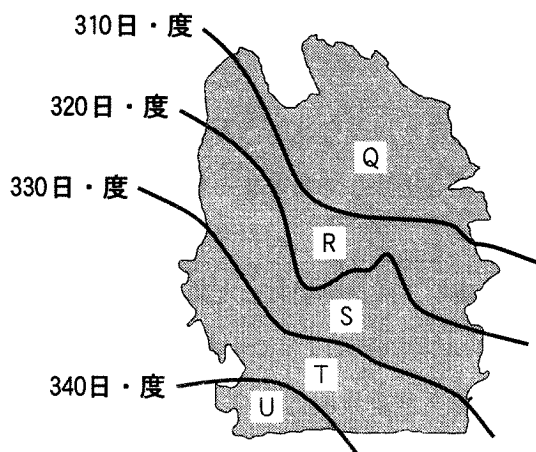


図 2

等温量線で区切られる Q から U の 5 つの地区のうち、

- (a) 昆虫 N が 6 月 15 日までに羽化して成虫として現れることが確実に予想されるのは 地区である。
- (b) 5 月 15 日から 6 月 15 日の期間の日平均気温が 0.2 度上昇した場合、6 月 15 日までに昆虫 N が羽化することが予想されるのは 地区である。

解答欄 , に、該当する地区名をすべて記入せよ。

生物問題 IV

次の文(A)~(C)を読み、問1~問5に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) 動物は、同種他個体や異種個体と様々な関係を持ちながら生活している。ある個体が、同種他個体を排除して防衛する地域や空間を と呼び、日常的に動き回る範囲である と区別する。 の防衛は、そこに存在する餌、営巣に適した場所、休息や隠れるための場所などの資源を独占することが主な目的である。アユは餌の防衛のための典型的な を持つ。しかしながら、 を防衛するための行動は、時間やエネルギーの損失を伴うため、 が維持されるか否かは、これらの「出費」と、 内の資源から得られる「利益」との相対的な大きさで決まる。

問1 文中の と に適切な語句を記入せよ。

問2 アユは生息密度が高くなると、 を解消し、集団で生活をするようになる。このような現象がおこる理由を「利益」と「出費」の視点から推測し、解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

(B) 2種の生物における種間関係は、利害の視点よりいくつかの相互作用に分けることができる。生態系や生物群集内での **ウ** が同じである2種の間では、相手の存在によってお互いに損失を被るため、 **エ** 関係が生じる。この場合、どちらか一方の種が **エ** に負けて排除されてしまい、2種は共存できない。逆に、2種がともに相手の存在により利益を受ける関係を **オ** と呼ぶ。また、一方は利益を得るが、他方は利害に影響がない関係を **カ**、一方は利害に影響がないが、他方は損失を被るという関係を片害共生と呼ぶ。さらに、一方は利益を得るが、他方は損失を被る場合は、オオヤマネコとカワリウサギの関係のような捕食者と **キ** との関係と、ネコとノミの関係のような **ク** と **ケ** との関係に分けられる。

問3 文中の **ウ** ~ **ケ** に適切な生物学用語を記入せよ。

この問題は次のページに続いている。

(C) 鳥類や哺乳類では生活史の一時期やある季節に群れを作るものが多い。群れ生活の利益のひとつとして、被食回避率を高める機能がある。例えば、タカが採餌中のヒヨドリの群れを攻撃するとき、群れが大きいほど攻撃の成功率が低くなる。これは、群れが大きいと捕食者に対する警戒力が増すため、ヒヨドリがより離れたところからでもタカに気づいて逃げることができ、被食回避率が高まるためである。しかしながら、群れになることの出費も存在する。上記のヒヨドリの群れでは個体間に優劣関係が存在し、群れの大きさが増すと被食回避率が増すものの、餌をめぐる個体間の争いが増加する。

ここで、時間の配分に基づく、採餌にとっての最適な大きさの群れのモデルを考える。群れの中のヒヨドリの行動は、採餌、餌をめぐる争い、警戒(捕食者に対する見張り)の3つのタイプに分けられるとし、これらはお互いに同時には行えないものとする。また、警戒は採餌よりも優先して行われる。図1は、このモデルにおける群れの大きさと争いに使う時間との関係、および、群れの大きさと警戒に使う時間との関係を示したものであり、その特徴は、以下の通りである。(1)群れが大きくなると、鳥どうしの出会いも頻繁になり、争いに使う時間の割合は図1の曲線Aのように大きくなる。(2)1個体が警戒に使う時間の割合は、群れが大きくなるにつれて、図1の曲線Bのように小さくなる。このように考えると、採餌に使うことができる時間の割合は、ある大きさの群れで最大になることが予測される。

問4 下線部①に関して、(a)採餌に使える時間の割合と群れの大きさの関係を、曲線Cとして図1の中に描くとどのようになるか、もっとも適切なものを、図2の(あ)~(え)の中から1つ選べ。(b)このとき採餌に使う時間の割合が最大になるのは、群れの大きさがおおよそどれくらいのときか、整数で答えよ。

問5 このモデルで、捕食者のタカの密度が高くなって被食の危険度が増す場合を考える。この時に、曲線Bはどのように変化するか。図3の(お)、(か)より1つ選び、解答欄(c)に記入せよ。また、採餌に使う時間の割合が最大となる群れの大きさはどのように変化するか、「大きくなる」、「変化しない」、「小さくなる」の中から1つ選び、解答欄(d)に記入せよ。

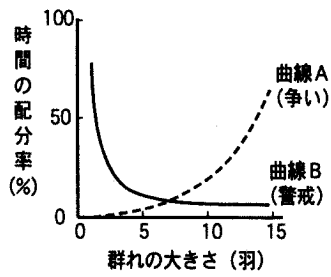


図 1

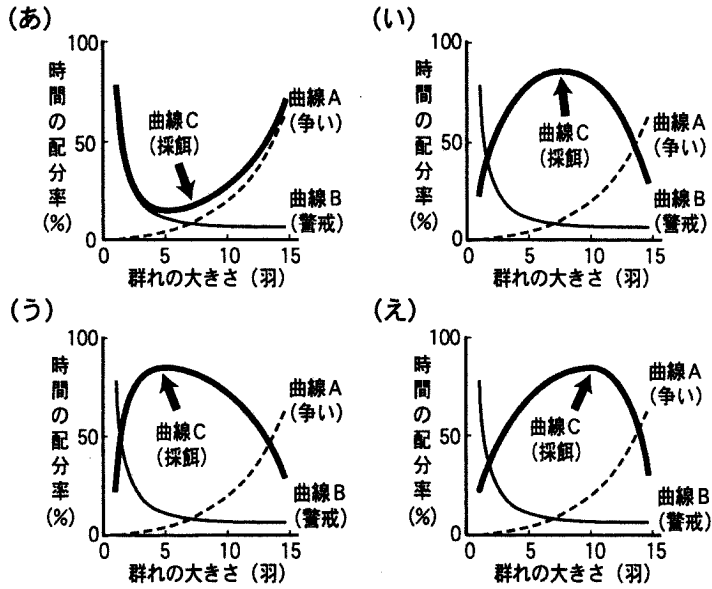


図 2

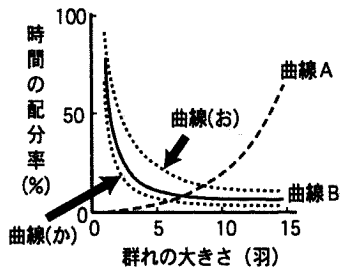


図 3

生物問題は、このページで終わりである。