

平成 29 年 度

試 験 問 題 ①

# 学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

**【注 意】**

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科，試験科目，ページ，解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
数 学	数 学	1 ~ 14	1 枚	数学，英語は必須解答とする。 理科は左の 3 科目のうちから 1 科目を選択せよ。
英 語	英 語	15 ~ 18	2 枚	
理 科	化 学	19 ~ 30	2 枚	
	生 物	31 ~ 46	5 枚	
	物 理	47 ~ 56	1 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(11 枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
  - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
  - ② 理科は選択科目記入欄に選択する 1 科目を○印で示せ。  
上記①，②の記入がないもの，および理科 2 科目または理科 3 科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って，計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後，問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない，問題冊子は持ち帰ってよい。

## 生 物

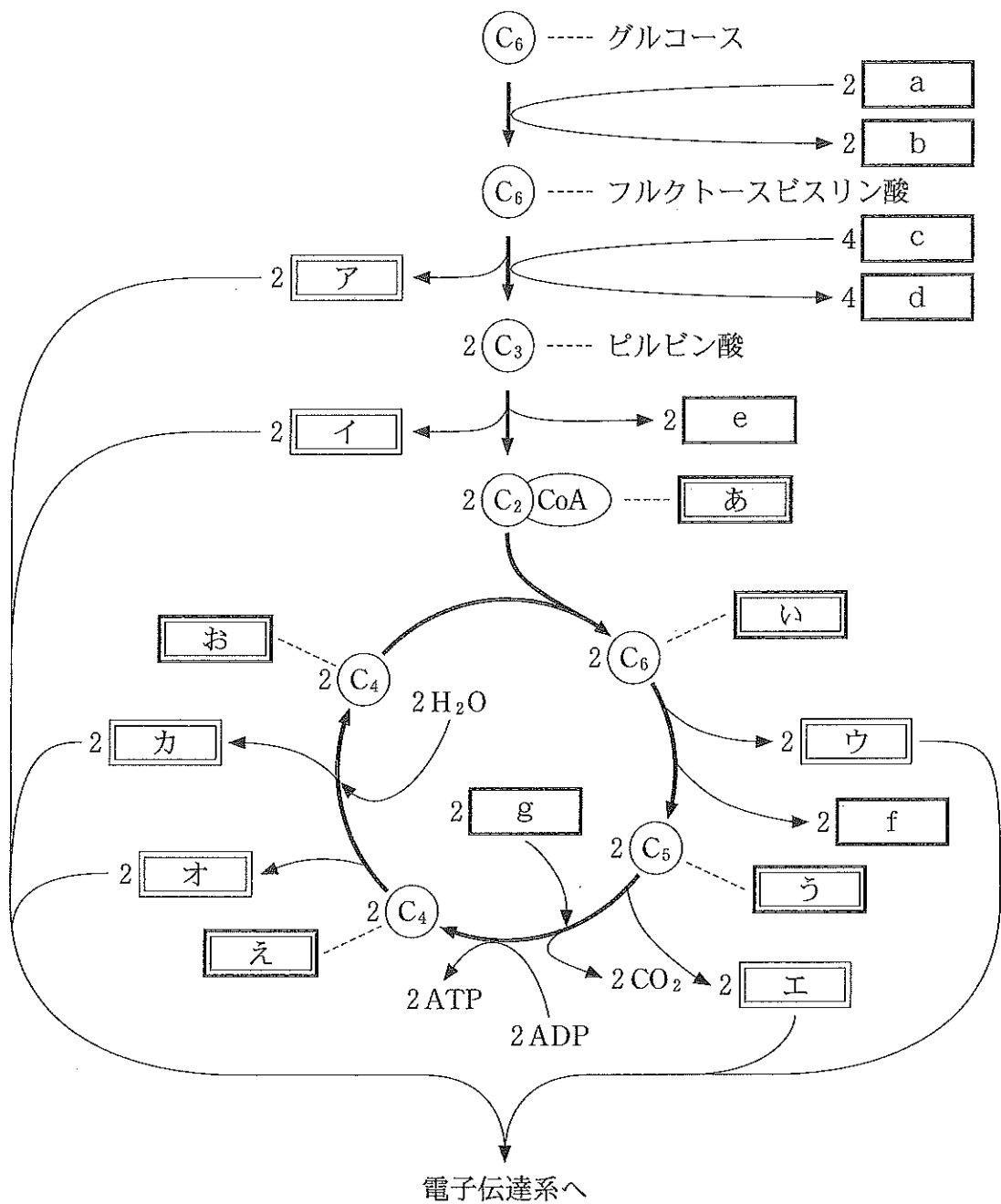
【1】 図1は、基質として1分子のグルコースが使われた場合の呼吸の反応系をまとめた模式図である。問1～問4に答えよ。

問1 呼吸は3つの反応系に大別され、1つは電子伝達系である。残り2つの反応系の名称を記せ。

問2  ~  にあてはまる適切な物質名または化学式を記せ。

問3  ~  には、NADH か、 $\text{FADH}_2$  があてはまる。  
 $\text{FADH}_2$  があてはまるものをすべて選び、記号で記せ。

問4  ~  にあてはまる適切な物質名を記せ。



注) 例えば,  $2 \text{ C}_3$  は, 分子内に炭素原子が3つある分子が2分子あることを示している.

図1

【2】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

図1に示すように、ヒトのあるタンパク質をコードする遺伝子Aを含むDNA領域をポリメラーゼ連鎖反応(PCR)法で増幅し、DNA断片を得た。確認のため、このDNA断片を制限酵素Pで処理し、アガロースゲルを用いた電気泳動で分析した。次に、PCR法で増幅したDNA断片を制限酵素Eで処理し、aとして用いるプラスミドQに組み込むことを考えたが、QにはEの認識・切断部位がなかった。しかし、Qの中にEで処理したDNA断片を組み込むことが可能な制限酵素Xの認識・切断部位を1ヶ所見つけた。ここにDNAの末端をつなぐ酵素であるbを用いて遺伝子Aを結合させた。

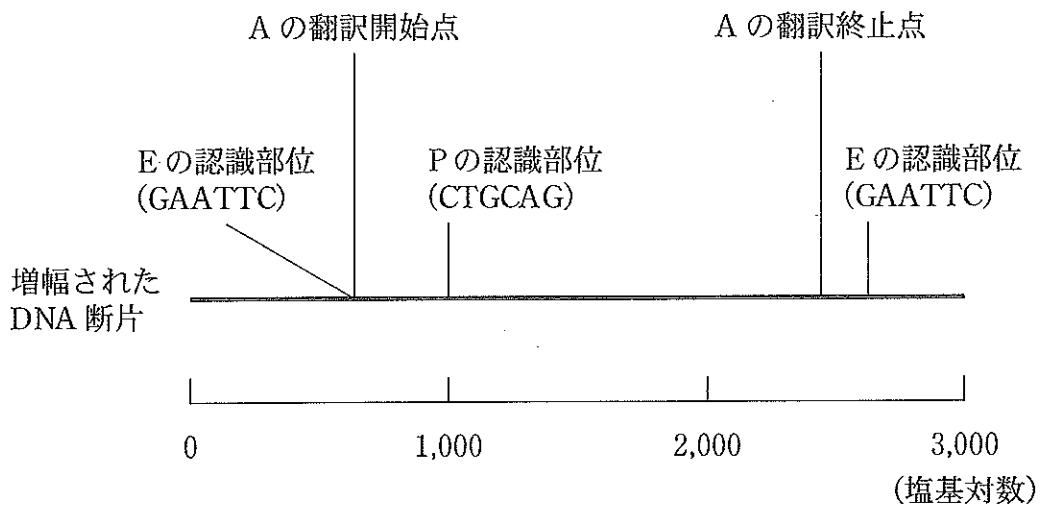


図1

問1 文中のa およびb にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、PCR法に用いる複製の起点となる短い1本鎖合成DNAの名称を記せ。

問 3 下線部①の PCR 法に用いるポリメラーゼについて、以下のア～エの文に対する正誤の組み合わせとして正しいものを(あ)～(く)の中から1つ選び、記号で記せ。

- ア このポリメラーゼは DNA を 3' から 5' 方向に伸長させる。
- イ このポリメラーゼは 95℃ の高温で DNA を伸長させることができる。
- ウ このポリメラーゼは DNA を伸長させる際に鋳型 DNA を必要とする。
- エ このポリメラーゼによる DNA の複製は半保存的である。

ア—イ—ウ—エ

- (あ) 正—誤—正—正
- (い) 正—誤—誤—正
- (う) 誤—誤—正—誤
- (え) 正—正—誤—正
- (お) 誤—正—正—正
- (か) 正—誤—正—誤
- (き) 誤—正—誤—誤
- (く) 誤—誤—正—正

問 4 下線部②について、電気泳動で確認される全ての DNA 断片のおおよその大きさ(塩基対数)を記せ。

問 5 下線部③について、制限酵素 X は以下のどの配列を認識・切断すると考えられるか、下の(あ)～(お)の中から1つ選び、記号で記せ。

なお、制限酵素 E の切断部位は  $\begin{array}{c} \text{G|AATTC} \\ \text{CTTAA|G} \end{array}$  である。

- |   |   |   |
|---|---|---|
| (あ) $\begin{array}{c} \text{C AATTG} \\ \text{GTTAA C} \end{array}$ | (い) $\begin{array}{c} \text{GAA TTC} \\ \text{CTTAA G} \end{array}$ | (う) $\begin{array}{c} \text{CAATT G} \\ \text{G TTAAC} \end{array}$ |
| (え) $\begin{array}{c} \text{GA ATTC} \\ \text{CTTAA G} \end{array}$ | (お) $\begin{array}{c} \text{G GATCC} \\ \text{CCTAG G} \end{array}$ |   |

【3】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

初期胚を構成する細胞は、将来さまざまな種類の細胞に分化する能力を備えているが、発生が進むにつれて細胞は特定の種類の細胞にしか分化できなくなる。<sup>①</sup> ジョン・ガードンは、核を不活化したカエルの未受精卵に、おたまじゃくしの腸上皮細胞の核を移植して成体まで発生させた。それによって、分化した細胞の核であっても卵に移植すれば完全な成体に発生する能力を回復する<sup>②</sup>ことを示した。一方、哺乳類の胚盤胞から  を取り出して培養し、細胞増殖能とさまざまな組織に分化する能力を維持したまま培養細胞として確立したものがES細胞(胚性幹細胞)である。また、哺乳類の皮膚などから採取した体細胞に、胚細胞や幹細胞で発現しているいくつかの遺伝子を導入することによりES細胞と同様の能力を備えた培養細胞として作りだしたものが  である。どちらも再生医療への応用が期待されているが、ES細胞のヒトへの応用には倫理的な問題が指摘されている。<sup>③</sup> また、遺伝情報の異なる他人の細胞を移植することによる拒絶反応の問題もある。<sup>④</sup>  は患者本人の細胞を使うことができるので上記の問題はないが、再生医療への応用についてはまだ解決すべき課題も残されている。

問1 文中の  と  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、このような細胞の能力を何と呼ぶか、その名称を記せ。

問3 下線部②のように、分化した細胞を未分化な状態にまで戻すことを何と呼ぶか、その名称を記せ。

問4 下線部③について、「倫理的な問題」とはどのような問題があり得るか; 解答欄の枠内に記せ。

問5 下線部④について、この反応に関わるヒトの細胞表面にある糖タンパク質は何か、その名称を記せ。

【4】 次の文を読み，問1～問3に答えよ。

動物細胞では，核内のDNAは  と呼ばれるタンパク質に巻き付いて  を形成し，さらにそれらが折りたたまれてクロマチン繊維を形成している。体細胞分裂がおこるとき，間期のあいだに核内のDNAが  され，同時に  が分裂して2個になる。体細胞分裂の前期になると，クロマチン繊維は凝集し，染色分体2本からなる染色体になる。また，前期が終わるまでに  が消失する。中期になると，2個の  はそれぞれ細胞の両極に移動し，染色体は  面に整列する。  からは  が伸び，染色体の動原体と結合する。後期になると，2本の染色分体が分離し，それぞれ1本の染色体として両極へ移動する。終期には，両極へ移動した染色体のクロマチン繊維の凝集が緩み，その周囲に  が再形成される。最終的に  が分裂して2個の細胞となる。分裂によって生じた2個の細胞は，分裂前の細胞に対して  細胞と呼ばれる。

問1  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 体細胞分裂と減数分裂を比較したとき，減数分裂のみにみられる特徴を3つ記せ。

問3 ある培養細胞の体細胞分裂について，顕微鏡を用いて観察を行った。視野全体では150個の細胞があり，そのうち分裂期の細胞は12個であった。この培養細胞の細胞周期を20時間とした場合，推定される間期の長さ(時間)を解答欄に記せ。

【5】 次の文を読み、 ~  にあてはまる適切な語句を記せ。

陸上の維管束植物にとって、水は生命維持に不可欠な物質であり、 にも利用される。また、植物は吸水に伴ってさまざまな無機栄養を吸収している。例えば窒素は、根から イオンや イオンの形で吸収され、植物体内でまずアミノ酸である へ同化される。

土壌粒子の隙間にある水は根の表面から吸収される。この吸収効率を高めるために、植物は根の表皮細胞から を発達させている。被子植物の場合、吸収された水は皮層を通過して木部の に入る。 は丈夫な細胞壁をもった細長い死細胞である。この細胞を通過して水は葉に引き上げられる。この水移動の主な原動力は、蒸散によって生じる の上昇をもたらす葉の細胞の吸水力の増加である。

葉の表面は 層と呼ばれるろう質の物質で覆われており、水の損失を低く抑えている。気孔は2つの に囲まれた孔で、主として葉の裏側にある。ここを通過して水は大気中へ放出される。気孔が開かないと水はほとんど失われませんが、大気中からの の取り込みも減少し、 速度が低下する。光が当たると へ イオン等が流入して が上昇し、まわりの細胞から へ水が流入し、 が上昇することで気孔が開く。暗くなると逆方向に水が移動し、気孔は閉じる。この気孔の開閉を制御しているのは 色光で、その受容体は である。

気孔の閉鎖は植物ホルモンである によっても引き起こされる。乾燥条件下で成長速度が低下する一因は、乾燥によって が生成されて気孔が閉じることで 速度を低下させるためである。



【6】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

ヒトの耳は、空気中の音を次のような経路で脳に伝えている。まず耳殻(耳介)によって集められた空気の振動は  を伝わって、その奥にある  を振動させる。その振動は中耳の  によって内耳の  に伝えられる。 内の  が振動すると、音の周波数によって  の特定の部位が振動する。 の上にある  には  と  があり、音が伝わってくると  の感覚毛が振動によって曲がり  が刺激を受ける。この情報が聴神経を経て脳に伝わると聴覚が生じる。

問1 文中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 ヒトは無重力空間においては目を閉じると、体の傾きがわからなくなる。  
その理由を解答欄の枠内に記せ。

問3 平衡感覚を検査するために冷水を耳に注入すると、正常なヒトは体が回転している感覚(めまい)が生じる。その理由を解答欄の枠内に記せ。

【7】 次の問1, 問2に答えよ.

問1 次の文A, Bの  ~  にあてはまる適切な語句を記せ.

A 生物は, ホイタッカーやマーグリスによる五界説に基づき分類され, 原核生物(モネラ)界,  界,  界,  界,  界の5つに分けられてきた. しかし, リボソームRNAの塩基配列を用いて解析した結果からは, 生物は3つのドメインに分けられる. 各ドメインはそれぞれ , ,  と呼ばれ,  には大腸菌が含まれ,  には  菌や  菌が含まれ,  にはアメーバやミドリムシが含まれる.

B DNA塩基配列やアミノ酸配列に生じる変化は,  に対して有利でも不利でもなく  なものがほとんどである. これを  説といい, 日本人の  資生が提唱した. 限られた大きさの生物集団では,  とは関係なく, その集団の遺伝子プールの構成が世代を経て変わることがある. このように, 偶然により遺伝子頻度の変動することを  と呼ぶ.

問2 地理的隔離を伴わない生殖的隔離について, 例をあげて解答欄の枠内に記せ.

生物問題は次ページへ続く

【8】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

バイオームとは、生産者である植物を基盤としたある地域に生息している全生物のことである。世界には気候に対応してさまざまなバイオームが成立しており、植生の外観に基づいて分類される。また標高に応じたバイオームの分布を垂直分布という。

図1は、日本の北アルプス南部におけるバイオームの垂直分布と標識クマの季節的移動高度を示している。ツキノワグマ(以下クマ)の多くの個体は山地帯の森林に生息し、植物食中心の雑食である。春は樹木の若芽や草本を、夏は果実や昆虫を、秋は主に樹木の果実を食物として利用している。あるクマに発信機を装着し、これを標識個体として経年追跡したところ、標識クマは夏になると山地帯から<sup>①</sup>亜高山帯へ、亜高山帯から高山帯の稜線まで移動し、秋に山地帯に戻ることがわかった。

問1 図1の(ア)～(ウ)に、植生の外観に基づいて分類されるバイオームの名称を記せ。

問2 下線部①について、標識クマはなぜ夏に山地帯から亜高山帯を経て高山帯に移動したか、考えられる理由を解答欄の枠内に記せ。

問3 亜高山帯の上限より標高の高い場所では高木林ができず低木林になる。  
(a)この亜高山帯の上限を何と呼ぶか、その名称を記せ。また、(b)高木林ができず低木林になる理由を解答欄の枠内に記せ。

問4 標識クマが食物として利用する次の植物名のうち、(a)山地帯について2種、(b)亜高山帯について1種、(c)高山帯について2種、下から選び、記号で記せ。

- |          |          |           |
|----------|----------|-----------|
| (あ) ハイマツ | (い) ブナ   | (う) ダケカンバ |
| (え) コケモモ | (お) ミズナラ |           |

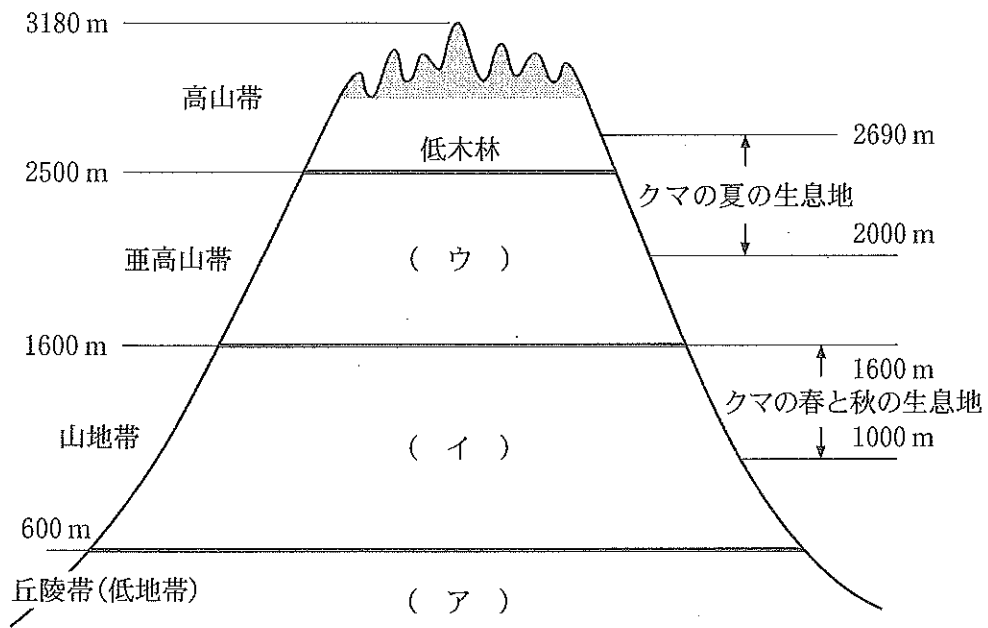


図1

【9】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

現生の人類はヒト科ヒト属のホモ・サピエンスという種に分類され、過去にはこの種以外にもヒト属の種が存在したが既に絶滅している。ヒト科は哺乳類の中の霊長類(サル類)に分類され、霊長類からホモ・サピエンスへと続く進化の歴史をみることができる。

約6600万年前の新生代は生活様式の異なる多様な哺乳類が出現した時代である。その中に原始的な霊長類が現れ、森林の樹上生活を始めた。果実を噛み砕くために臼歯が発達している。原始的霊長類から現在の  に似た霊長類(原猿類)が進化し、眼や爪などの変化によって樹上でのすばやい行動が可能になった。<sup>①</sup>

約2200万年前、森林の樹上生活をしていた霊長類から、尾をもたない類人猿が現れている。 や  のように長い腕を使い、枝から枝へ巧みに樹上を移動できるようになり、その一方、 や  のように、地上を四足で歩行するものが現れ生活空間を拡大した。

その後、今から約700万年前に、人類が現れた。アフリカから発見された初期の人類(猿人)である  の多数の化石から、彼らが現生の人類と同様、直立二足歩行をしていたことが知られている。<sup>②</sup> また二本足で歩いた足跡の化石も発見されている。人類は、直立二足歩行によって、自由になった手で物をつかみ、道具を使う技術を身につけた。

約200万年前に、ヒト属ホモ・エレクトスが現れた。彼らは初期の人類(猿人)に比べると、飛躍的に  が大きく、その後20～30万年前に出現したネアンデルタール人(ホモ・ネアンデルターレンシス)ではさらに  が大きくなり、その大きさは現生の人類と変わらない。約20万年前に ホモ・サピエンス<sup>③</sup> が現れ、おおよそ10万年前にアフリカから出てヨーロッパやアジア、オーストラリア、アメリカ大陸へと分布を広げ、現在に至っている。

問 1 文中の  ~  にあてはまる生物を下から選び、記号で記せ。

- |                |             |
|----------------|-------------|
| (あ) チンパンジー     | (い) テナガザル   |
| (う) キツネザル      | (え) ゴリラ     |
| (お) アウストラロピテクス | (か) オランウータン |

問 2  にあてはまる適切な語句を記せ。

問 3 下線部 ① について、(a) 眼や、(b) 爪は、それぞれどのように変化したか、解答欄の枠内に記せ。

問 4 下線部 ② について、直立二足歩行をしていたことを示す化石の特徴を、解答欄の枠内に記せ。

問 5 下線部 ③ について、ホモ・サピエンスの骨格を他のホモ属の化石と比較したとき、ホモ・サピエンスの特徴は何か、2つ挙げよ。

【10】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

生態系において、無機物から有機物をつくる生物を  ，有機物を外界から取り入れて生活している生物を  ，有機物を無機物に分解する過程に関わる生物を分解者と呼んでいる。たとえば、 である草食動物は、 である植物から木の芽や実を有機物として取り入れ利用している。しかし、ある植物(被食者)を食べる草食動物(捕食者)には、さらにそれを被食者として食べる捕食者がいることがある。そのような一連の食う・食われるの関係を  と呼ぶ。

自然界では、被食者と捕食者が共存する場合、一般に捕食者が被食者を食べ尽くすことはなく、以下のようなⅠ→Ⅱ→Ⅲ→Ⅳの過程を経て個体数の変動が起こる。

Ⅰ：被食者の増加は、捕食者の増加を招く。

Ⅱ：(ア)

Ⅲ：(イ)

Ⅳ：(ウ)

その後、再びⅠ→Ⅱ→Ⅲ→Ⅳの過程を繰り返すため、捕食者と被食者の個体数に周期的な変動がみられる。

図1は、カナダの針葉樹林に棲むカンジキウサギと、それを食うオオヤマネコの個体数の経年変化の記録である。この記録に基づき、カンジキウサギの冬季のえさとなる木の芽の生物量の変動を調べ、オオヤマネコ、カンジキウサギ、木の芽の三者の量的関係を表した結果が図2である。生物量は最大値を示す年におけるカンジキウサギの生物量を基準にして相対値で表現されている。

問1 文中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 文中の(ア)～(ウ)にあてはまる文を下から選び、記号で記せ。

- ① 捕食者の減少は、被食者の増加を招く。
- ② 被食者の減少は、捕食者の減少を招く。
- ③ 捕食者の増加は、被食者の減少を招く。
- ④ 被食者の増加は、捕食者の増加を招く。



問 3 図1のA, Bはカンジキウサギとオオヤマネコのいずれかの個体数を, 図2の(あ), (い), (う)はカンジキウサギ, オオヤマネコ, 木の芽のいずれかの生物量の変化を示している. A, B, (あ), (い), (う)はそれぞれどの個体数あるいは生物量に対応しているか, 解答欄に名称を記せ.

問 4 図1と図2から, カンジキウサギの個体数と生物量の変動周期はほぼ同じである. およそ何年周期で起こっていると考えられるか, 解答欄に記せ.

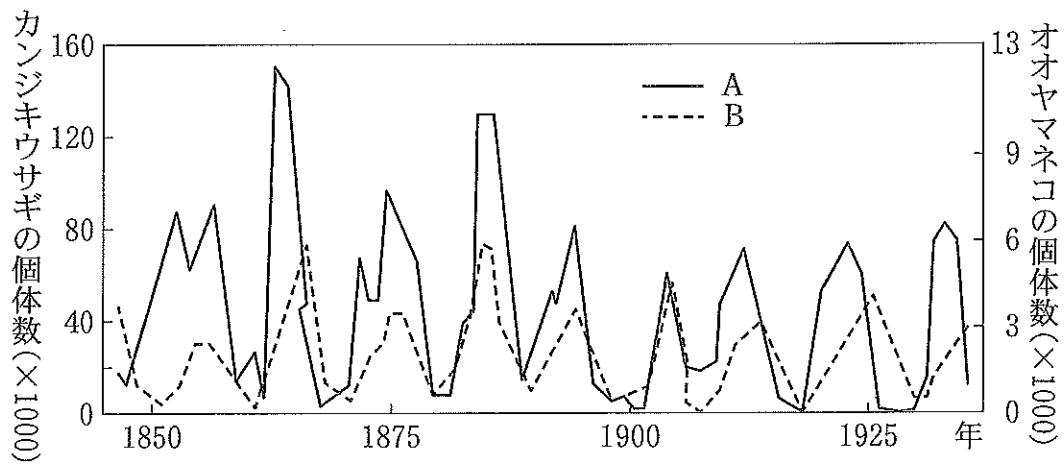


図 1

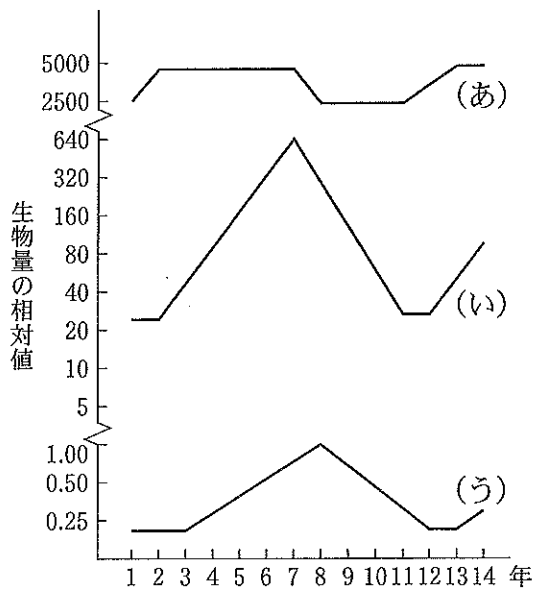


図 2