

富山大学

科 目	生 物
--------	-----

理学部・医学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから12ページにわたっています。
3. 解答用紙は6枚、下書き用紙は4枚で、問題冊子とは別になっています。
4. 問題冊子、解答用紙、下書き用紙が不備な場合は、直ちに監督者に申し出てください。
5. 志望学部と受験番号(2カ所)は、すべての解答用紙の上部の欄に記入してください。
6. 解答は、すべて横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入してください。解答用紙の所定の欄以外に記入した場合は、採点の対象となりません。
7. 問題は、 ~ の6問あります。ただし、 と については、どちらか1問を選択して解答してください。また、 と のうち選んだ方の解答用紙には、所定の欄(選択欄)に○印をつけてください。所定の選択欄は問題番号の右横にあります。どちらにも○印をつけた場合や、どちらにも○印をつけなかった場合には、この2問は両方とも0点となります。
8. 試験終了時に、解答用紙を6枚すべて提出してください。問題冊子と下書き用紙は、持ち帰ってください。

実施年月日
25. 2. 25
富山大学

1

原核生物に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

生物は大きく分けて、原核生物と真核生物に分類される。原核生物の顕著な特徴の1つは、核膜をもたないことである。また、一般に、原核生物は真核生物に比べて小さく、光学顕微鏡でよく確認できる程度の大きさである。^①細菌とよばれる生物は、原核生物に含まれる。原核生物は、独立栄養生物と従属栄養生物に分けられ、さらに、独立栄養生物は、そのエネルギー源によって光合成独立栄養生物と化学合成独立栄養生物に分類される。光合成独立栄養生物は、エネルギー源^②として太陽光を利用し、一方、化学合成独立栄養生物は、光の届かない地中や深海においても無機物をエネルギー源として生きていくことができる。また、一部の原核生物は、大気中の窒素^③を他の生物が利用できる形に変換している。^④このように、原核生物はさまざまな環境に生息し、多様な生物が生存しやすい環境をつくりだしている。

問1. 下線部①に関して、原核生物に分類されるものを、次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。また、そのおおよその大きさを、次の(オ)～(ク)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 酵母菌 (イ) ゾウリムシ (ウ) 大腸菌 (エ) エイズウイルス
(オ) 20～100 nm (カ) 1～4 μm (キ) 10～40 μm (ク) 100～200 μm

問2. 下線部②の光合成独立栄養生物に関して、次の問い(1)～(3)に答えなさい。

(1) 光合成細菌に属するものを、次の(ア)～(オ)から2つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 硫黄細菌 (イ) 紅色硫黄細菌 (ウ) 緑色硫黄細菌
(エ) 大腸菌 (オ) ラン藻

(2) 光合成細菌が光合成の際に用いる色素は何か、その名称を答えなさい。

(3) 光合成に用いる色素以外で、光合成細菌が行う光合成と植物が行う光合成の違いについて、100字以内で説明しなさい。

問3. 下線部③に関して、化学合成独立栄養生物がエネルギー源とする物質を、次の(ア)～(オ)からすべて選び、記号で答えなさい。また、これらの物質からエネルギーを取り出す反応に共通する特性を説明しなさい。

- (ア) CO₂ (イ) H₂S (ウ) H₂SO₄ (エ) HNO₃ (オ) H₂

問 4. 下線部④の原核生物による大気中の窒素の利用に関して、次の問い(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 大気中の窒素は、土壌中の細菌によって植物が利用できる無機窒素化合物に変えられる。この過程には、窒素固定細菌以外に2種類の細菌が関与する。これらの細菌の名称を答えなさい。
- (2) 畑に窒素肥料として硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (分子量 132) をまいたところ、これを植物が吸収し、250 g のタンパク質が合成された。このタンパク質合成のために植物が吸収した硫酸アンモニウムは何 g か、計算しなさい。ただし、この植物が吸収した窒素源は硫酸アンモニウムだけであると仮定し、タンパク質に含まれる窒素の割合を 16 %、窒素(N)の原子量を 14 として、小数点以下を四捨五入して求めなさい。
- (3) マメ科植物は、ある種の細菌と共生することによって大気中の窒素を利用することができるので、窒素分の少ないやせた土壌でも盛んに生育することができる。この窒素の利用におけるマメ科植物と細菌との共生関係について、120 字以内で説明しなさい。

2

細胞膜のはたらきと浸透圧に関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

細胞膜は、溶媒は通すが溶質はほとんど通さない性質である **a** 性をもつだけでなく、特定の溶質をよく透過させる性質をもっている。このような性質は **b** 性とよばれている。これは、細胞膜が特定の溶質を輸送することによって起こる。ヒトの赤血球の場合、**c** イオンの濃度の相対値は、細胞内部を2とすると、細胞外部(血しょう中)は140に保たれている。

ヒトの体液と等張な食塩水は **d** とよばれる。ヒトの赤血球は **d** の中では形は保たれているが、蒸留水に浸すと細胞内に水が浸入して細胞が破裂し、酸素を運搬するタンパク質である **e** が細胞外に出てくる。この現象は **f** とよばれる。植物細胞は動物細胞と異なり、まわりを **g** で囲まれているため、水の浸透に対する反応は動物細胞とは異なる。

植物細胞を **h** な水溶液に浸すと、細胞内の水は細胞外に出て、細胞膜に囲まれた部分である原形質の体積が小さくなっていく。そして **g** から細胞膜が離れる。この現象は **i** とよばれる。その後、植物細胞を蒸留水に浸すと、いったん水が細胞内に入ってきて細胞の形は元どおりになる。しかし、その後、細胞内にはさらに水が入ってくるため、細胞がふくらむ圧力が **g** に加わる。この圧力は膨圧とよばれる。

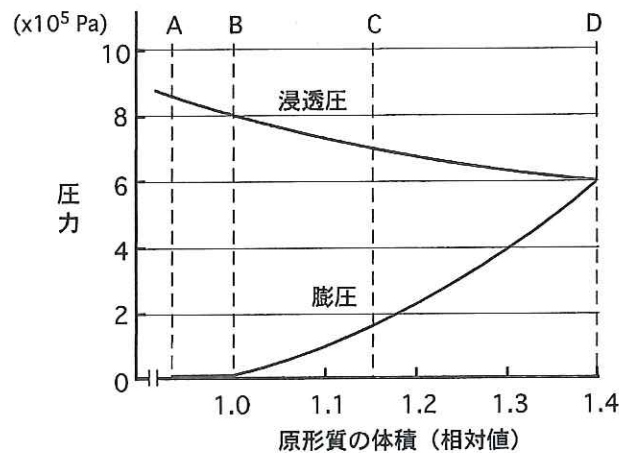


図1 ある植物細胞における原形質の体積と浸透圧・膨圧の関係

問1. 文中の **a** ~ **i** に最も適切な語を記入しなさい。

問2. 下線部①の状態を保つしくみに関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 下線部①の状態は何とよばれる輸送によって保たれているか、その名称を答えなさい。
- (2) その輸送のしくみを60字以内で説明しなさい。

問 3. 下線部②の食塩水の濃度に最も近い値を、次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 0.09% (イ) 0.19% (ウ) 0.9% (エ) 1.9%

問 4. 下線部③の現象は何とよばれるか、その名称を答えなさい。

問 5. 植物細胞を、その細胞と等張なシヨ糖水溶液、もしくは蒸留水に、細胞の体積変化がなくなるまで浸しておいた。それぞれの場合について、図1を参照して、次の問い(1)～(4)に答えなさい。

(1) 細胞を等張なシヨ糖水溶液に浸しておいた場合、細胞の状態は、図1中のA、B、C、Dのどれになっていると考えられるか、記号で答えなさい。また、このときの細胞の状態は何とよばれるか、その名称を答えなさい。

(2) 細胞を等張なシヨ糖水溶液に浸しておいた場合、細胞の浸透圧、膨圧、吸水力の値は、それぞれいくらになっているか、答えなさい。

(3) 細胞を蒸留水に浸しておいた場合、細胞の浸透圧、膨圧、吸水力の値は、それぞれいくらになっているか、答えなさい。

(4) 細胞を蒸留水に浸しておいた場合、細胞の体積は、等張なシヨ糖水溶液に浸した場合と比べて何倍になっているか、答えなさい。

3

哺乳類の体内環境の恒常性維持に関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

恒常性維持にかかわる器官の1つである **a** は、発生の過程で **b** 胚葉からつくられ、解毒作用、血糖量の調節、循環血液量の調節、尿素の合成、体温調節、胆汁の生成などの重要な役割を担っている。

過酸化水素は、生体内の物質を変化させる有害な物質である。**a** に多く含まれる酵素によって、過酸化水素は分解される。**a** の組織片と過酸化水素水を試験管に入れて反応させたところ、泡が発生した。生じた気体に火のついた線香を近づけたところ、激しく燃えた。

問1. 文中の **a** と **b** に最も適切な語を記入しなさい。

問2. 下線部①と同じ胚葉由来の器官を、次の(ア)～(オ)から2つ選び、記号で答えなさい。

(ア) すい臓 (イ) 心臓 (ウ) 肺 (エ) 腎臓 (オ) 脊髄

問3. 下線部②に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) 小腸から吸収されたグルコースを、この器官に運ぶ血管の名称を答えなさい。

(2) ヒトの食後の血糖量の調節に関して、図1の図A、Bおよび折れ線グラフC、Dの説明として正しい組み合わせを、次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) A：食事による血糖濃度変化 B：食事による血液中インスリン濃度変化
C：糖尿病患者 D：健常者

(イ) A：食事による血液中インスリン濃度変化 B：食事による血糖濃度変化
C：糖尿病患者 D：健常者

(ウ) A：食事による血糖濃度変化 B：食事による血液中インスリン濃度変化
C：健常者 D：糖尿病患者

(エ) A：食事による血液中インスリン濃度変化 B：食事による血糖濃度変化
C：健常者 D：糖尿病患者

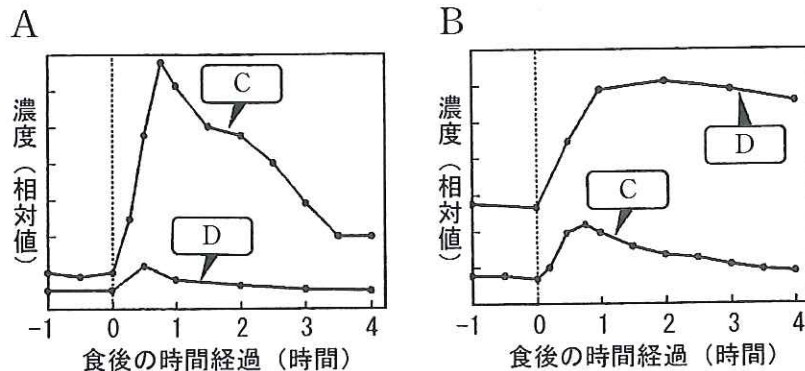


図1

問 4. 下線部③に関して、次の問い(1)~(3)に答えなさい。

(1) 器官 a に作用し、体温を上げる反応を促進するホルモンは、チロキシン以外に2つある。それらのホルモンの名称と、産生する内分泌腺の名称を、それぞれ答えなさい。

(2) 恒常性維持のために、ホルモンの分泌量は調節されている。チロキシンを例として、ホルモン量が過剰となった場合の抑制機構について、次の語群をすべて用い、140字以内で説明しなさい。

[語群] 視床下部、脳下垂体、甲状腺、フィードバック

(3) 一般にホルモンは、それぞれ特定の器官に作用する。このような特定の器官を何とよぶか、その名称を答えなさい。

問 5. 下線部④に関して、次の問い(1)~(5)に答えなさい。

(1) この反応にかかわる酵素の名称を答えなさい。

(2) この酵素によって起きた反応を、化学反応式を用いてあらわしなさい。

(3) 酵素量に限りがある場合の、過酸化水素濃度と酵素反応速度との関係をあらわしたグラフとして適切なものを、図2の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(4) 過酸化水素が十分にある場合の、酵素濃度と酵素反応速度との関係をあらわしたグラフとして適切なものを、図2の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(5) 泡の発生が終わった後に、さらに過酸化水素水を加えると、どのような現象が観察されるか答えなさい。

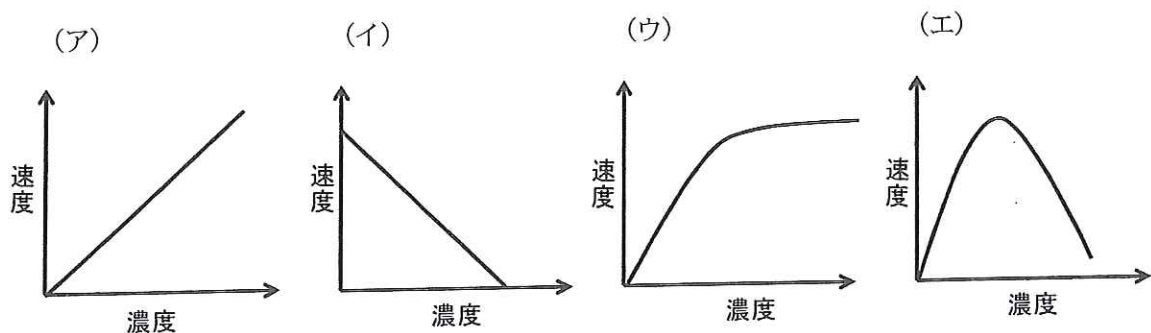


図2

4

種子の形成と種子色の遺伝に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えなさい。

植物の種子は、両親の遺伝情報をあわせもつ組織と、母親(めしべ)に由来する組織とからなる。種子を構成する組織のうち、と胚乳は前者に、種皮は後者に分類される。一般的な被子植物では、めしべの胚珠内のとが、それぞれ花粉に由来する精細胞と受精し、nの核をもつ受精卵とnの核をもつ融合したになる。この被子植物に特有の受精様式をという。その後、受精卵は幼芽、子葉、胚軸、幼根からなるへと発生し、融合したは胚乳になる。また、胚珠のは種皮へと変化し、種子が形成される。

ダイズの種子の色には、わたしたちがよく目にする黄色以外にも、黒色や茶色が存在する。植物の種子の色は、子葉、胚乳、種皮の色によって決定されるが、ダイズの種子の色は、主に種皮の色によって決定され、少なくとも3つの優性遺伝子(I , R , T)と、それぞれの対立遺伝子である劣性遺伝子(i , r , t)の組み合わせにより決まる。種子着色抑制遺伝子の優性遺伝子 I をもつ個体に実った種子では、これらの遺伝子の遺伝子型にかかわらず、種皮の着色は起こらず、黄色い子葉が透けて見えるため、種子の色は黄色になる。 I の劣性遺伝子 i をホモにもつ場合では、 I と i 以外の遺伝子の遺伝子型により、種子の色が決まる。すなわち、優性遺伝子 R と優性遺伝子 T を両方もつ個体に実った種子は黒色になり、 R をもつが T の劣性遺伝子 t をホモにもつ個体の種子は不完全黒色(注)になる。 T をもち R の劣性遺伝子 r をホモにもつ個体ではこげ茶色の種子を、 r と t をともにホモにもつ個体は薄茶色の種子をつける。

(注) 不完全黒色の種子では、種皮の着色が一様には起こらず、濃い黒色の部分と薄い黒色の部分ができる。

問 1. 文中の a ~ g に最も適切な語や数字を記入しなさい。

問 2. ダイズの種子の色の分離比や遺伝子型を調べるために交配実験を行った。次の問い(1)と(2)に答えなさい。なお、実験には十分な数の植物体を用い、すべての個体に実った種子をあわせて分離比を算出したものとする。また、 $I(i)$, $R(r)$, $T(t)$ はそれぞれ異なる染色体に存在することがわかっている。

- (1) 黒色の種子をつけるダイズ個体(遺伝子型： $iiRRTT$)と薄茶色の種子をつけるダイズ個体(遺伝子型： $iirr tt$)を交配して得られた F_1 植物と、 F_1 植物を自家受精して得られた F_2 植物に実った種子の色の分離比は、理論上どうなるか、それぞれ答えなさい。
- (2) 黄色の種子をつけるダイズ個体(黄色ダイズ個体)と薄茶色の種子をつけるダイズ個体を交配した。その結果、得られた種子を育成し、さらに薄茶色の種子をつけるダイズ個体と交配(もどし交雑)を行った。もどし交雑によってできた種子から成長した植物体の実った種子の色の分離比が、次の1)と2)であった場合の、最初の交配に用いた黄色ダイズ個体の遺伝子型を、それぞれ答えなさい。なお、交配に用いた黄色ダイズ個体は、いずれも自家受精を繰り返し、すべての遺伝子の遺伝子型がホモ接合体となった個体とする。
 - 1) 黄色：黒色：不完全黒色：こげ茶色：薄茶色 = 1 : 0 : 0 : 0 : 1
 - 2) 黄色：黒色：不完全黒色：こげ茶色：薄茶色 = 2 : 0 : 0 : 1 : 1

問 3. ダイズと同じマメ科植物のエンドウでは、子葉の色は黄色が緑色に対して、種皮の色は有色が無色に対して優性の形質であり、それぞれ1対の対立遺伝子が色の決定にかかわることがわかっている。子葉が黄色の種子をつける個体と、子葉が緑色の種子をつける個体を交配して得られた F_1 植物は、子葉が黄色の種子と緑色の種子をつけた。一方で、種皮が有色の種子をつける個体と、種皮が無色の種子をつける個体を交配して得られた F_1 植物に実った種子では、種皮の色はすべて有色であった。 F_1 植物に実った種子において、子葉では黄色と緑色が分離したのに対して、種皮では形質の分離が起こらなかった理由を、80字以内で説明しなさい。

選択問題 (選択する場合は、解答用紙の選択欄に○印をつけなさい。)

5 生物の進化と分類に関する次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えなさい。

地球が誕生したのは、およそ46億年前と推定されている。地球上に生物が誕生した時期には諸説あるが、多くの研究者が認める、最も古い生物の化石は、西オーストラリアの約35億年前の地層から見つかっている。このころの生物は、細胞に核や細胞小器官をもたない原核生物であった。細胞内に葉緑体やミトコンドリアなどの細胞小器官をもつ真核生物は、およそ15億年前に出現したと考えられている。

生物は誕生してから進化を続け、現在に至るまで、さまざまな生物が現れては繁栄や衰退の歴史をたどってきた。こうした生物の変遷をもとに区分した地球の歴史を地質時代という(表1)。

古生代のはじめのカンブリア紀には、現存する動物のすべての門が出現したといわれている。

生物の生活の場は、はじめ水中に限られていたが、やがて陸上へも広がっていった。

生物が進化した理由に関しては、さまざまな仮説が提唱されてきた。まず19世紀の初頭にラマルクが、生物がよく使う器官は発達し、それが次世代に伝えられることにより進化が起きると提唱した。ついで19世紀の中頃にダーウィンが、ウォレスと共に、現在の進化学説の基盤をなす説を発表した。その後20世紀に、進化学説はダーウィンの説を土台に、遺伝のしくみを取り入れて大きく発展した。

表1 地質時代の区分

先カンブリア時代	古生代						中生代			新生代	
	カンブリア紀	オルドビス紀	シルル紀	デボン紀	石炭紀	ペルム紀	三畳紀	ジュラ紀	白亜紀	第三紀	第四紀

問1. 下線部①に関して、真核生物の葉緑体やミトコンドリアは、それぞれラン藻類や好気性細菌に由来すると考えられている。この説の名前を答えなさい。また、この説の根拠とされる、葉緑体とミトコンドリアに共通する特徴を2つ答えなさい。

問 2. 下線部②に関して、次の(1)~(3)の出来事が起きた地質時代を、次の(ア)~(キ)からそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。

- (1) 三葉虫の出現
 - (2) 陸上植物の出現
 - (3) 哺乳類の出現
- (ア) 先カンブリア時代
 - (イ) 古生代カンブリア紀
 - (ウ) 古生代シルル紀
 - (エ) 古生代石炭紀
 - (オ) 中生代三畳紀
 - (カ) 中生代白亜紀
 - (キ) 新生代第三紀

問 3. 下線部③に関して、先カンブリア時代と古生代の境界年代として正しいものを、次の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 34億8000万年前
- (イ) 15億2000万年前
- (ウ) 5億4000万年前
- (エ) 2億5000万年前
- (オ) 6500万年前

問 4. 下線部④に関して、次の[]内に、生物の分類に用いられる代表的な7つの階級を示した。これらすべてを、上位から下位の階級の順に並べなさい。

[門 目 種 科 属 綱 界]

問 5. 下線部⑤に関して、生物の陸上進出を可能にした環境変化について、100字以内で説明しなさい。

問 6. 下線部⑥に関して、ダーウィンが発表した説の名前を答えなさい。また、彼が提唱した進化の原理を120字以内で説明しなさい。

問 7. 下線部⑦に関して、ハーディーとワインベルグの法則が成り立つ集団において、存在する対立遺伝子 A と a の頻度が $8 : 2$ であった場合、遺伝子型がヘテロ型 $[Aa]$ である個体は集団の何%を占めることが期待されるか答えなさい。

選択問題 (選択する場合は、解答用紙の選択欄に○印をつけなさい。)

6 生物の集団に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

複数の生物の個体群からなる生物群集において、個体群間にはさまざまな相互作用が存在する。例えば、食物、生活場所、光、水、養分などを、個体間あるいは個体群間で取り合う作用は **a** とよばれる。また、異なる生物種間における、食べたり食べられたりする関係は、被食者-捕食者相互関係とよばれる。^①

植物や動物は、生態系におけるエネルギーの流れにしたがって、その個体数や生物量(現存量)が制限されている。ある地域における生物群集と、その生活に密接に関係している無機的な環境を、ひとまとめにしてとらえたものを生態系という。その中で生産者である植物は、太陽の光エネルギーを化学エネルギーに変換し、**b** を生産する。この **b** の中に蓄えられた化学エネルギーは、食物網に従って消費者や分解者の中に移り、それぞれの栄養段階で生命活動に利用されるが、最終的には **c** として生態系を出ていき、**d** のように生態系内を循環することはない。^② **d** は、生物体の乾燥重量にして40～50%を占めており、大気中にも存在している。人間は生活のために、過去の生物の遺体が蓄積されてできた **e** を大量に使用しており、そのため大気中における **d** を含む気体の濃度が増加している。^③ 現在、わたしたちには **e** に代わるエネルギー源の開発と利用が求められている。

問1. 文中の **a** ～ **e** に最も適切な語を記入しなさい。

問2. 下線部①に関連して、捕食者のダニと被食者のダニについて、個体数変動を調べた実験結果を図1に示した。被食者が利用できるエサが十分にある条件のもと、両種を閉鎖的な実験空間で飼育した場合、およそ30日を過ぎると被食者の個体数が減り始め、次いで捕食者も減少して、共に絶滅してしまった(図1A)。これに対して、同じ実験空間において、被食者だけが通れる通路をつくったり、被食者の移動を助けるために扇風機をまわして風を送るなどした場合には、両種ともに個体数を変動させながら、200日を超えても生存していた(図1B)。このような工夫をすることにより、図1Bのような結果が得られたのは、なぜか。その理由について、120字以内で説明しなさい。

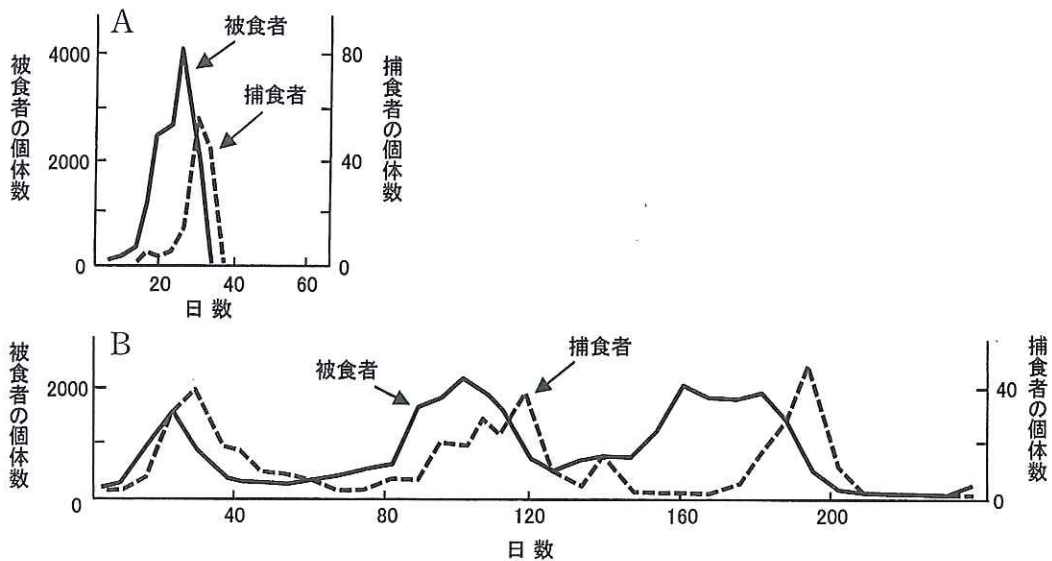


図1 捕食者ダニと被食者ダニの個体数変動

問 3. 下線部②に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) ある栄養段階において利用することができるエネルギー量は、それより前の栄養段階のエネルギー量に対して、一般にどれくらいの値を示すか、次の(ア)～(オ)から最も適した値を1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 1% (イ) 10% (ウ) 50% (エ) 75% (オ) 90%

(2) 生産者、一次消費者、二次消費者の3つの栄養段階からなる閉鎖的な生態系において、二次消費者が絶滅してしまった場合、生産者の生物量(現存量)はどのように変化することが予想されるか、その理由も含めて80字以内で説明しなさい。

問 4. 下線部③に関して、大気中における d を含む気体のうち、最も量の多い気体は、地表から出る熱を吸収し、その一部を地表に戻すため、それがなくなるときに比べて、地表付近の気温を高める性質がある。次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) この気体が示すこの性質のことを何というか、その名称を答えなさい。

(2) この気体は生物の活動により生態系内に取り込まれる。単位面積当たりのこの気体の取り込み量が多く、生物量(現存量)が最も多い生態系を、次の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 海洋 (イ) 農耕地 (ウ) 森林
(エ) 湖沼・河川・湿地 (オ) 草原 (カ) 荒原