金沢大学

2021 年度　前期日程　生物

1 次の文を読んで，問 1〜4 に答えなさい。

ヒトは，生命活動を維持するために 1 日あたり 50 kg を超えるアデノシン三リン酸 (ATP) を消費している。生物は，呼吸を行うことによって，効率的に ATP を合成する。代謝は，大きく（ ア ）と（ イ ）の 2 種類に分けられ，呼吸は（ ア ）に分類される。真核生物の行う呼吸によってグルコースが分解される過程は，（ ウ ），クエン酸回路，（ エ ）の 3 段階に分けられる。

（ ウ ）では，グルコースは，細胞質基質に存在する複数の酵素によって，（ オ ）にまで分解される。（ オ ）は，ミトコンドリアの（ カ ）に取り込まれ，（ キ ）にかえられてクエン酸回路に入る。クエン酸回路では，（ キ ）は，オキサロ酢酸と結合し，クエン酸になる。さらに，α-ケトグルタル酸，コハク酸，フマル酸，リンゴ酸などをへて，再びオキサロ酢酸へと戻る。

（ ウ ）とクエン酸回路には ATP を合成する反応があり，（ ウ ）全体ではグルコース 1 分子あたり（ A ）分子の ATP が合成され，（ B ）分子の ATP が消費される。クエン酸回路では，（ オ)1 分子あたり（ C ）分子の ATP が合成される。このような ATP の合成反応を（ ク ）のリン酸化とよぶのに対し，呼吸の最後の段階である（ エ ）で行われる ATP を合成する反応を（ ケ ）リン酸化とよぶ。また，呼吸では，①クエン酸回路で二酸化炭素 (CO_2) が生じ，（ エ ）で酸素 (O_2) が消費される。

問 1. （ ア)〜(ケ ）にあてはまる適当な語を入れなさい。なお，（ カ ）は，ミトコンドリア内の区画の名称である。また，（ A)〜(C ）にあてはまる適当な数字を入れなさい。

問 2. 下線部①のように，呼吸では二酸化炭素が発生し，酸素が消費される。一方，光合成では二酸化炭素が消費され，酸素が発生する。光合成で，二酸化炭素が消費される反応経路と酸素が生じる反応経路の名称をそれぞれ答えなさい。

問 3. クエン酸回路において，コハク酸をフマル酸に代謝する酵素に関して以下の実験を行った。以下の文を読んで，(1)〜(3) に答えなさい。

ニワトリの胸筋を乳鉢に入れ，石英砂と蒸留水を加えてすりつぶし，ガーゼでろ過した。得られたろ液を酵素液とした。

[実験 1] 酵素液をツンベルク管の主室に入れ，副室には，コハク酸ナトリウムとメチレンブルーを混ぜ合わせた溶液を入れた。ツンベルク管内の空気を除き，密閉した後，ツンベルク管を傾けて，副室内の溶液を主室の溶液とよく混ぜ合わせた。その後，ツンベルク管を 30 ℃で保温し，メチレンブルーの青色の濃さの変化を観察した。その結果，メチレンブルーの青色の濃さは，前ページの図 1 の①のように変化し，最終的に無色になった。

[実験 2] 副室に，コハク酸ナトリウムとメチレンブルーに加えて，物質 X を入れ，[実験 1] と同様の実験を行なった。その結果，メチレンブルーの青色の濃さは，図 1 の③のように変化した。次に，副室に加えるメチレンブルーと物質 X の濃度はそのままで，コハク酸ナトリウムの濃度を高くした。その結果，メチレンブルーの青色の濃さは，図 1 の②のように変化した。

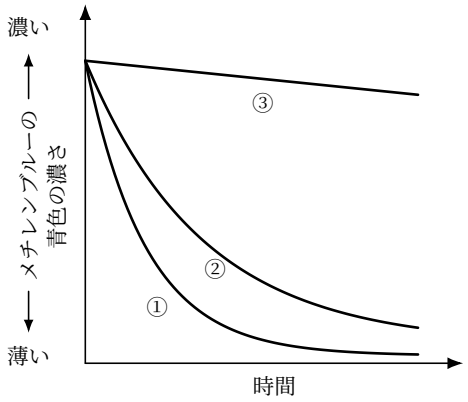


図 1

(1) [実験 1] に関する記述として正しいものを，次の (a)〜(i) からすべて選びなさい。

(a) コハク酸は還元され，メチレンブルーは還元された。
(b) コハク酸は酸化され，メチレンブルーは酸化された。
(c) コハク酸は還元され，メチレンブルーは酸化された。
(d) コハク酸は酸化され，メチレンブルーは還元された。
(e) メチレンブルーは，還元されると無色に変化する。
(f) メチレンブルーは，酸化されると無色に変化する。
(g) ツンベルク管を用いたのは，空気中の酸素が，酵素の活性を阻害することを防ぐためである。
(h) ツンベルク管を用いたのは，空気中の酸素が，メチレンブルーを酸化することを防ぐためである。
(i) ツンベルク管を用いたのは，空気中の酸素が，メチレンブルーを還元することを防ぐためである。

(2) [実験 1] において，メチレンブルーが退色する速度をさらに大きくしたい。どのような実験操作を行えばよいか考えて，2 つ簡潔に説明しなさい。

(3) 物質 X は，コハク酸をフマル酸に代謝する酵素の阻害物質である。[実験 2] の結果から，物質 X はどのようなしくみで酵素反応を阻害していると考えられるか，説明しなさい。また，そのような酵素反応の阻害作用の名称を答えなさい。

問 4. ミトコンドリアの呼吸活性は，酸素の消費速度を測定することで調べることができる。以下の文を読んで，(1)〜(3) に答えなさい。

動物の組織片からミトコンドリアを細胞分画法により分離精製し，ミトコンドリア懸濁液を作製した。次の [実験 3] では，時間 A，時間 B，時間 C にさまざまな物質を加え，ミトコンドリアの酸素消費速度への影響を調べた。酸素濃度の測定は，時間 D まで継続して行った。なお，精製したミトコンドリアは，ミトコンドリアでの呼吸に必要なすべての酵素や補酵素を含み，加えた物質は，ミトコンドリア内へと運ばれるものとする。

[実験 3] ミトコンドリア懸濁液に，時間 A にアデノシン二リン酸 (ADP) とリン酸を加えた。その後，時間 B にコハク酸ナトリウムを，さらにミトコンドリア懸濁液中の酸素が残っている時間 C に，問 3 の [実験 2] で用いた物質 X を加えた。時間 A から時間 D までのミトコンドリア懸濁液の酸素濃度は，図 2 のように変化した。

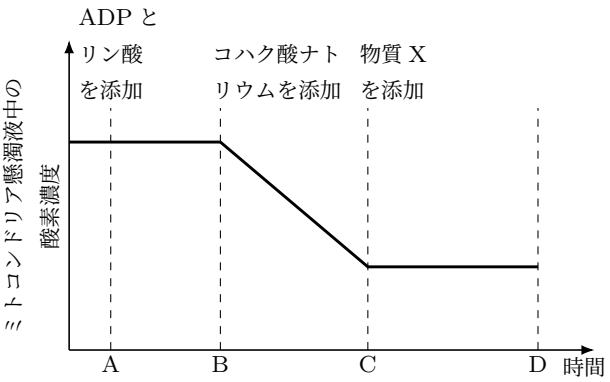
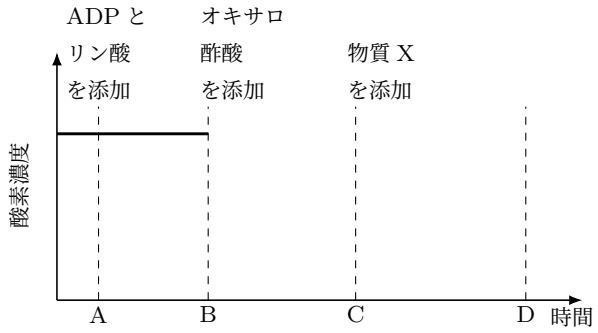


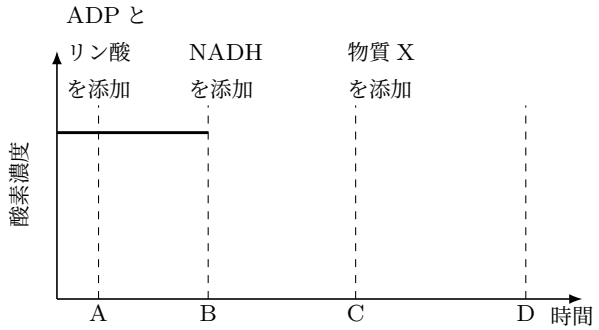
図 2

(1) 時間 A に加えた ADP とリン酸は，ある酵素の基質である。その酵素の名称を答えなさい。また，その酵素が触媒する反応の反応式を答えなさい。

(2) 時間 B にコハク酸ナトリウムのかわりに，オキサロ酢酸を加えて実験を行った。時間 B から時間 D までの酸素濃度の変化を，右上のグラフに記入しなさい。また，そのように考えた理由を述べなさい。ただし，物質 X を加える時間 C には懸濁液中の酸素が残っているものとする。（解答欄　8×4 cm）



(3) 時間 B にコハク酸ナトリウムのかわりに，NADH を加えて実験を行った。時間 B から時間 D までの酸素濃度の変化を，右のグラフに記入しなさい。また，そのように考えた理由を述べなさい。ただし，物質 X を加える時間 C には懸濁液中の酸素が残っているものとする。（解答欄　8×4 cm）



2 次の文を読んで，問 1〜6 に答えなさい。

ヒトの体内環境は，体外環境が変化しても一定に維持されており，この性質を (ア) という。肝臓と腎臓は，血液中のグルコース，各種イオン，タンパク質などの濃度を一定の範囲内に維持している。

肝臓は，体に必要なタンパク質を合成し，栄養を貯蔵するとともに，老廃物を分解し排泄する器官である。食事により摂取されたグルコースは，小腸から吸収され，(イ) という血管を通過して肝臓へ運びこまれたのち，(ウ) として貯蔵される。血糖値が低下すると (ウ) は分解され，グルコースとなって血液中に放出されることで，血糖値は一定の範囲内に保たれている。このような調節は，①インスリンなどの②さまざまなホルモンのはたらきによって維持されている。また，肝臓は，約 1 mm の大きさの肝小葉からできている。肝小葉の中には，(エ) という管があり，これが集まって (オ) へつながっている。肝細胞から (エ) に放出される液体を (カ) といい，脂肪の消化を助け，肝臓で産生された不要物を排泄する機能がある。

腎臓へ血液を供給する腎動脈は，腎臓の中で毛細血管となり，(キ) となる。(キ) は，ボーマンのうに包まれており，これら 2 つを合わせて (ク) という。ボーマンのうから続く管は，細尿管とよばれ，これらが多数まとまったものを (ケ) という。(ク) と，これに続く細尿管をあわせて，腎単位 (ネフロン) とよぶ。(キ) を通る血液には高い圧力がかかり，③水やグルコースなどはボーマンのうへこし出され，原尿ができる。原尿のうち，④必要な物質は細尿管を取り巻く毛細血管へ再吸収される。再吸収されなかった成分は尿となって排泄される。

問 1. 文中の (ア)〜(ケ) にあてはまる適当な語を入れなさい。

問 2. 肝臓で合成される物質を，以下の中からすべて選んで答えなさい。

トリプシン，尿素，リパーゼ，チロキシン，フィブリノーゲン，アルブミン

問 3. 健康なヒトでは，血糖値の上昇を感知して，インスリンの分泌にいたる経路が 2 つ存在する。それぞれについて，感知する器官と分泌する器官の名称を含めて説明しなさい。

問 4. 下線部①について，インスリンを分泌する細胞の名称を答えなさい。

問 5. 下線部②について，血糖値を上昇させるホルモンと，その分泌器官の名称の組み合わせを 3 通り答えなさい。

問 6. 下線部③と下線部④について，以下の実験を行った。健康なヒトにイヌリンを注射したところ，10 分後に 10 mL の尿が採取された。ただし，イヌリンは，腎臓からのみ排泄され，他の器官からは排泄も再吸収もされ

ない物質である。次の (1)〜(5) に答えなさい。

(1) 表 1 は，健康なヒトの血しょう・原尿・尿における，さまざまな成分の濃度を示している。血しょうと原尿で，多くの成分の濃度が等しい理由と，タンパク質の濃度が異なる理由を，それぞれ説明しなさい。

表 1

成分	濃度 (mg/mL)		
	血しょう	原尿	尿
タンパク質	72	0	0
グルコース	1	1	0
尿素	0.3	0.3	20
クレアチニン	0.01	0.01	0.75
カルシウムイオン	0.08	0.08	0.14
イヌリン	0.1	0.1	12

(2) 表 1 より，10 分間に何 mL の原尿が生成されたか答えなさい。

(3) 表 1 より，水の再吸収率 (%) を，小数点以下第 2 位を四捨五入して答えなさい。また，水の再吸収率が，答えた値から 1% 減少すると，尿量は何倍になるか，小数点以下第 2 位を四捨五入して答えなさい。

(4) 表 1 より，クレアチニンは 10 分間に何 mg 再吸収されたか答えなさい。

(5) 表 2 は，血しょう中のグルコース濃度が 1〜5 mg/mL のときの，尿中のグルコース濃度を示している。10 分間に再吸収されるグルコース量の最大値は何 mg か，計算過程とともに答えなさい。（計算過程の解答欄 15×4 cm）

表 2

グルコース濃度 (mg/mL)	
血しょう	尿
1	0
2	0
3	60
4	180
5	300

3 問 1 と 2 に答えなさい。

問 1. 次の文を読んで，(1)〜(5) に答えなさい。

多くの動物の体には (ア) 軸，(イ) 軸，(ウ) 軸がある。カエルの未受精卵は (エ) 極から (オ) 極を結ぶ軸に沿って回転対称であり，精子は (エ) 半球から卵に進入する。精子の進入によって①表層回転がおきると，色素分布が異なる表層と細胞質の重なり方が変化して，卵表面に (カ) があらわれる。将来，(カ) の付近には，細胞の陥入にともない (キ) ができる。細胞の陥入が進むと，(キ) は弧状から環状になり，やがて小さな円形になって消失する。カエルの場合，表層回転にともない，β カテニンタンパク質の濃度勾配が形成され，(ア) 軸が決定する。

一方，ショウジョウバエの卵では，ビコイド遺伝子のはたらきによって (イ) 軸が決まる。ビコイド mRNA が細胞質の片方の先端にたくわえられ，その結果ビコイドタンパク質の濃度勾配がつくられる。ビコイドタンパク質の濃度の高い先端が胚の (ク) 部になる。このように卵形成の過程で細胞質に mRNA がたくわえられる遺伝子は，(ケ) 遺伝子とよばれる。

そして，ビコイドタンパク質は (コ) 遺伝子を調節する。②(コ) 遺伝子がコードするタンパク質はペアルール遺伝子の発現を調節し，ペアルール遺伝子がコードするタンパク質は (サ) 遺伝子の発現を調節する。(サ) 遺伝子がはたらいたのち，③ホメオティック遺伝子によって (イ) 軸に沿った各部位の形態が決まり，頭部，胸部，腹部が並ぶショウジョウバエの体ができる。

(1) (ア)〜(サ) にあてはまる適当な語を入れなさい。

(2) 下線部①について，表層回転がおきると精子進入点側とその反対側は，それぞれどちらの極に向かって約何度回転するか，答えなさい。(解答欄　15×1 cm)

(3) 下線部②について，これら 3 つの遺伝子をまとめて何というか，答えなさい。

(4) 下線部③について，胚でホメオティック遺伝子がはたらく位置と，染色体上でのホメオティック遺伝子の位置にどのような関係があるか，説明しなさい。(解答欄　15×2 cm)

(5) ショウジョウバエのホメオティック突然変異体に共通して見られる表現型の特徴を，簡潔に説明しなさい。また，ショウジョウバエのホメオティック遺伝子の名前を 1 つあげ，その突然変異体の表現型を具体的に答えなさい。

問 2. 次の文を読んで，(1)〜(5) に答えなさい。

細胞の運命は，細胞内の遺伝子発現の変化により決定される。ある組織の未分化細胞は，細胞分裂により増殖したのち，遺伝子 x の転写が始まると特定の細胞へと分化し，分裂を停止する。遺伝子 x の転写は，タンパク質 Y により調節される。図に示すように細胞内のタンパク質 Y の合成は，ある時点で停止し，それ以降は分解のみがおきる。分解によりタンパク質 Y の濃度が十分に低下すると，遺伝子 x の転写が始まる。タンパク質 Y の合成が停止してから，遺伝子 x の転写が始まるまでの間に，未分化細胞は複数回分裂する。遺伝子 x とタンパク質 Y のはたらきにより，分化した細胞の発生は正常に進行する。

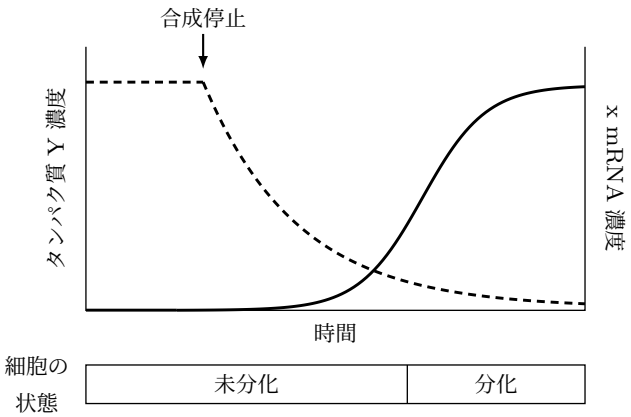


図　野生型におけるタンパク質 Y 濃度 (点線) と x mRNA 濃度 (実線) の経時変化

(1) 遺伝子 x の転写が始まり分化した細胞であっても，核内の遺伝情報は受精卵と同じものが維持されている。これを証明するにはどのような実験を行えばよいか，説明しなさい。

(2) 2^m 個の未分化細胞のそれぞれが分裂して，2^n 個まで増えるのにかかる時間を，n と m，および未分化細胞の細胞周期の長さ t を用いて答えなさい。

(3) ある変異体の未分化細胞では，野生型と同じ時点でタンパク質 Y の合成が停止したが，その時点のタンパク質 Y の濃度は野生型の約 50% であった。しかし，野生型と変異体のタンパク質 Y は，同じ機能をもっていた。また，タンパク質 Y の合成が停止した時点では，遺伝子 x の転写は始まっていなかった。タンパク質 Y の分解速度を調べたところ，野生型と変異体で違いはみられなかった。この変異体における遺伝子 x の転写について正しいものを，(a)〜(d) から選びなさい。またその理由を，遺伝子 x に対するタンパク質 Y のはたらきにもとづき説明しなさい。(理由の解答欄　13.5×3 cm)

(a)　野生型に比べて，変異体では遺伝子 x の転写は早く始まる。
(b)　野生型に比べて，変異体では遺伝子 x の転写は遅く始まる。
(c)　野生型と変異体で，遺伝子 x の転写開始時点は変わらない。
(d)　変異体では遺伝子 x は転写されない。

(4) (3) の変異体の分化した細胞の数は，野生型の分化した細胞の数に比べてどのようになると考えられるか，理由とともに説明しなさい。ただし，変異体と野生型の未分化細胞の細胞周期の長さは等しい。そして，タンパク質 Y の合成が停止した時点における未分化細胞の数に違いはないものとする。(解答欄　15×3 cm)

(5) 細胞がビコイドタンパク質およびタンパク質 Y の濃度の違いを用いて得ている情報は，わたしたちが以下の (a)〜(e) のどの測定器を用いて得ている情報にたとえられるか，それぞれについて 1 つ選びなさい。ただし，同じ記号を複数回選んでもよい。

(a) 高度計　(b) 温度計　(c) 砂時計　(d) てんびん　(e) 速度計

4 次の文を読んで，問 1〜6 に答えなさい。

海洋島の一つであるハワイ諸島には「銀剣草近縁種群」とよばれるキク科の植物種群が存在する。「銀剣草近縁種群」は，A1 種を含む A 属，W1 種を含む W 属，D1 種と D2 種を含む D 属の，ハワイ諸島に固有な 3 属約 30 種からなる。その中には，銀色に光る毛におおわれた剣のような葉をもつ植物，高い幹をもつ植物，丈の低いマット状の植物など，形態が大きく異なる種が存在している。それぞれの種は①小さな限られた生育地にのみ分布し，種ごとに標高や雨量などの生育環境が異なっている。

ある遺伝子領域の塩基配列を用いて②分子系統解析を行ったところ，次ページの図 1 の系統樹が得られた。この系統樹から，「銀剣草近縁種群」の A 属，W 属，D 属の系統関係が示された。また「銀剣草近縁種群」と最も近縁な植物は，北アメリカ大陸に生育している M 属の 3 種 (M1 種，M2 種，M3 種) であった。

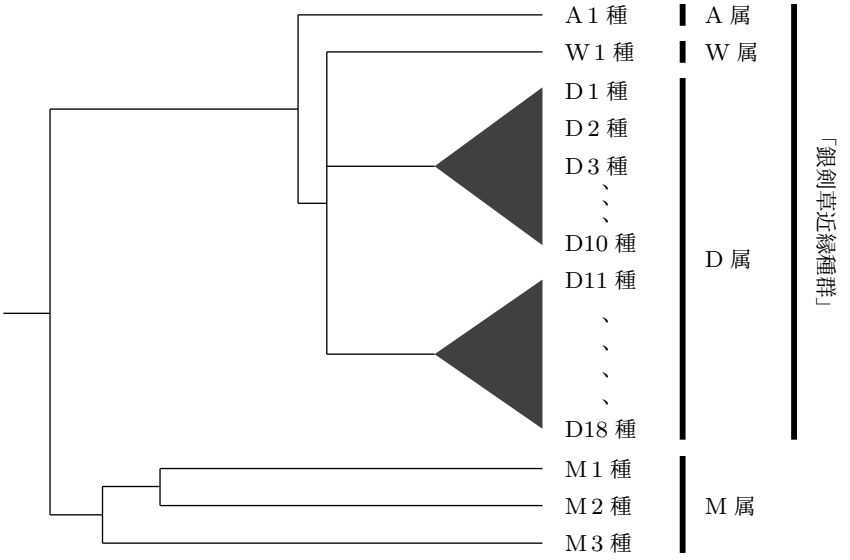


図 1 「銀剣草近縁種群」のうちの 20 種と，
北アメリカ大陸に生育する M 属の系統樹

植物では，種間の交配で子孫をつくる能力のある雑種が形成される場合がある。「銀剣草近縁種群」の開花時期が重なる期間に種間の交配実験を行ったところ，いずれの組み合わせでも，子孫をつくる能力のある雑種が形成された。

問 1. 下線部①について，気候変動によりハワイ諸島の気温や雨量が変化すると，絶滅する種や，分布域が変化する種が出てくる可能性がある。固有種が 1 種のみ分布していた地域に他の固有種が侵入し，近接して生育するようになった結果，その地域では双方の固有種がともに近い将来に消滅するかもしれない。その理由を説明しなさい。（解答欄　16×2 cm）

問 2. 下線部②では，分子時計にもとづき種の分岐年代を推定できる。北アメリカ大陸の M1 種，M2 種，M3 種，「銀剣草近縁種群」の A1 種，W1 種，D1 種，D2 種について，葉緑体の遺伝子 P の塩基配列を比較した。表に 2 種間の遺伝子 P の塩基置換数と，推定された分岐年代を示す。(ア)〜(ウ) に適当な数字を入れなさい。そして，得られた表と図 1 から，「銀剣草近縁種群」の種分化の特徴を，北アメリカ大陸の M 属の種分化と比較して説明しなさい。（説明の解答欄　16×2 cm）

表

	塩基置換数	推定分岐年代 (万年前)
M1 種と M2 種	10	500
M1 種と M3 種	12	600
A1 種と W1 種	7	(ア)
W1 種と D1 種	6	(イ)
D1 種と D2 種	2	(ウ)

問 3. M1 種，M2 種，M3 種は同じ数の染色体をもち，「銀剣草近縁種群」に含まれる種はいずれも，M1 種，M2 種，M3 種のおよそ 2 倍の数の染色体をもっていた。ゲノム中に存在する調節遺伝子 X について調べたところ，M1 種，M2 種，M3 種のゲノムには 1 個の調節遺伝子 X が，「銀剣草近縁種群」のゲノムには 2 個の調節遺伝子 X(調節遺伝子 X1，調節遺伝子 X2) が存在していた。そこで，調節遺伝子 X の系統関係を調べるために分子系統樹を作成したところ，調節遺伝子 X1 は M1 種の調節遺伝子 X に由来し，調節遺伝子 X2 は M2 種の調節遺伝子 X に由来していた (図 2)。これらをふまえ，「銀剣草近縁種群」の共通祖先がどのように生じたと考えられるか説明しなさい。（解答欄　16×2 cm）

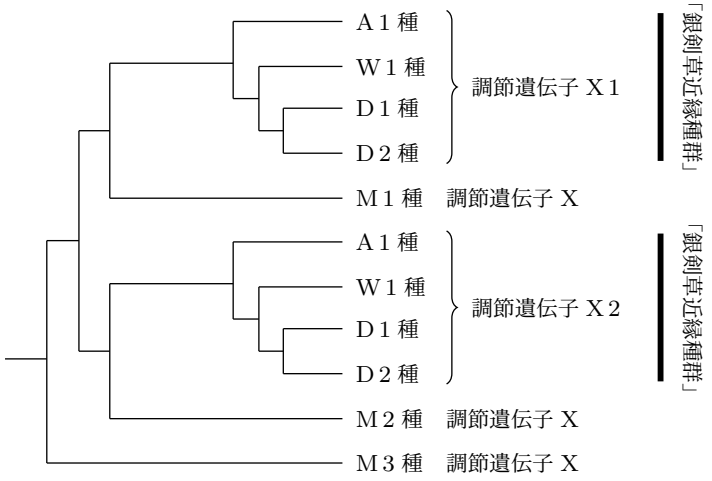


図 2 「銀剣草近縁種群」のうちの 4 種と，北アメリカ大陸に生育する近縁 3 種の調節遺伝子 X の系統樹

問 4. 遺伝子の塩基が置換した場合，アミノ酸が変化しない同義置換と，変化する非同義置換がある。同義置換が

おきやすいのは，コドンの 1 番目，2 番目，3 番目のうち何番目の塩基が置換した場合か答えなさい。

問 5. 生命活動に必須な酵素の構造遺伝子の塩基配列を異なる生物間で比較した場合，一般的に，同義置換と非同義置換のどちらの数が多いか，理由とともに答えなさい。また，このような進化のはたらきを何とよぶか，答えなさい。（理由の解答欄　16×3.5 cm）

問 6. 形態形成に関わるいくつかの調節遺伝子について，「銀剣草近縁種群」の種間で同義置換と非同義置換の数を調べたところ，どの遺伝子でも両者の数はほぼ同じであった。この結果にもとづき，「銀剣草近縁種群」はどのようにして多様な形態へと進化したと考えられるか，問 3 と問 5 で示された，2 つの要因に着目して説明しなさい。（解答欄　16×4.5 cm）

5 問 1 と 2 に答えなさい。

問 1. 次の文を読んで，(1)〜(5) に答えなさい。

地球上の陸地と海洋における，生産者の現存量，年純生産量，平均寿命を次ページの表 1 に示した。地球上には多様な生態系が存在する。次ページの表 2 に地球上の主な生態系の現存量と年純生産量を示した。表 1 と表 2 から，①海洋生態系は陸上生態系よりも現存量が小さいことがわかった。陸上生態系の中では森林の現存量が最も大きい。

表 1　陸地と海洋における生産者の現存量，年純生産量，平均寿命

	現存量 (kg/m^2)	年純生産量 (kg/m^2)	平均寿命 (年)
陸地全体	9.7	0.93	(ア)
海洋全体	0.01	0.28	(イ)

表 2　地球上の主な生態系の現存量と年純生産量

生態系	現存量 (kg/m^2)	年純生産量 (kg/m^2)
(a)	15.0	2.00
(b)	3.1	0.79
(c)	0.4	0.06
森林	29.8	1.40
(d)	0.1	0.47
(e)	0.003	0.13

(1) 生産者の現存量と年純生産量から平均寿命を求めることができる。表 1 の (ア) と (イ) に入る値を，小数点以下第 3 位を四捨五入して求めなさい。また求めた値から，陸地と海洋の主な生産者は何か，それぞれ 1 つ答えなさい。

(2) 表 2 の (a)〜(e) に入る生態系の名称を，下の語から選び答えなさい。
外洋域，浅海域，草原，荒原，湿原

(3) 下線部①について，陸上生態系に比べて，海洋生態系の現存量が小さいのはなぜか，理由を 1 つあげて簡潔に説明しなさい。（解答欄　15×3.5 cm）

(4) 生産者の純生産量と成長量を次の式のように示すとき，(ア)〜(エ) に適当な語を入れなさい。

純生産量 =(ア)−(イ)
成長量 = 純生産量 −{(ウ)+(エ)}

(5) 表 2 において，生態系 (d) と生態系 (e) の年純生産量を比べた時に，(d) が大きい理由と (e) が小さい理由を，それぞれ説明しなさい。（解答欄　各 15×2 cm）

問 2. 次の文を読んで，(1)〜(5) に答えなさい。

周期的に大発生することで知られるマイマイガは，幼虫期はさまざまな葉を食べて成長し，年に 1 回，羽化・交尾・産卵した後，成虫はすべて死亡する。そして卵が越冬する。あるカラマツ林でカラマツ 1 本あたりのマイマイガの密度を調べたところ，図に示すように 10 年周期で変動した。マイマイガのメスは 1 個体あたり 1000 個の卵を産み，雌雄間で生存率の差はなく，性比は常に 1:1 であった。そして，すべてのメスが交尾・産卵した。またマイマイガの主な死亡要因は昆虫による捕食と，ウイルスや真菌類に感染することによる病死であった。

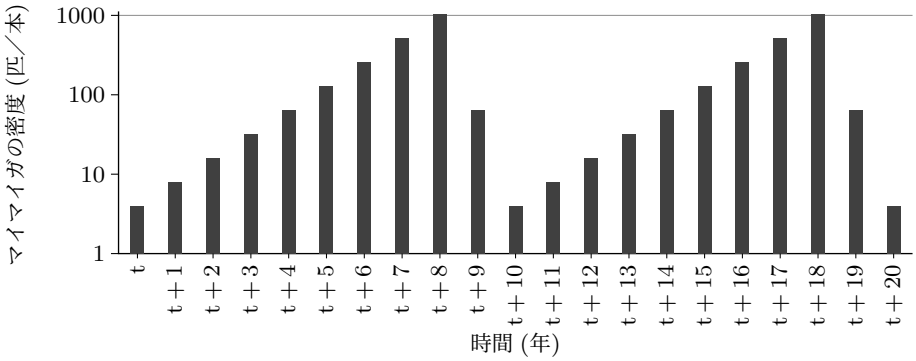


図　マイマイガの密度の変動

(1) X 年におけるマイマイガの密度を N(X) と表す。t 年から (t+8) 年までの 8 年間，マイマイガの密度は N(X+1)=2・N(X) の関係で増加した。このとき，卵から成虫になるまでの生存率 (%) と死亡率 (%) を，それぞれ答えなさい。

(2) N(X+1)=2・N(X) の関係が，8 年間続いた後のマイマイガの密度 N(t+8) を N(t) で表しなさい。

(3) マイマイガの密度は，(t+8) 年から (t+10) 年までの 2 年間，N(X+1)=a・N(X) の関係で減少し，10 年前の密度まで低下した。つまり，N(t+10)=N(t) となった。a の値を求めなさい。またこの 2 年間の，卵から成虫になるまでの生存率 (%) と死亡率 (%) を，それぞれ答えなさい。

(4) t 年から (t+8) 年までの 8 年間と，(t+8) 年から (t+10) 年の 2 年間のマイマイガの生存率の比を，前者を 1 として求めなさい。小数点以下第 3 位を四捨五入して答えなさい。

(5) マイマイガの t 年から (t+8) 年までの 8 年間の主な死亡要因は，昆虫による捕食であった。(t+8) 年から (t+10) 年までの 2 年間は，ウイルスや真菌による感染症が主な死亡要因であった。この死亡要因が変化するしくみを考えて説明しなさい。さらに，(4) で答えた生存率の比をふまえて，マイマイガの密度が周期的に変動するしくみを考えて説明しなさい。（死亡要因の解答欄　15×1.5 cm，周期変動の解答欄　15×5.5 cm）