

〔I〕 次の文章を読み、問い（1）～（4）の答えを解答用紙の（一）の〔I〕の該当する欄に記入せよ。

動物細胞の表面はリン脂質を主成分とする脂質の（ あ ）で構成された生体膜で覆われることで、細胞の内側と外側を厳密に区別している。細胞表面に存在する生体膜を（ い ）と呼び、（ い ）上には多くの膜タンパク質が存在し、細胞外から受け取った情報を細胞内に伝えたり、細胞内外の物質の輸送を行ったりしている。細胞内で生体膜に囲まれた区画は細胞小器官と呼ばれ、それぞれの細胞小器官は特異的な機能をもっている。例えば、葉緑体では（ う ）のエネルギーを利用して有機物の産生が行われている。このような細胞小器官固有の機能は、細胞小器官特異的なタンパク質が担っている。

細胞小器官特異的タンパク質は、確実に目的の細胞小器官に届けられる必要がある。そのため、これらのタンパク質は、リボソームで mRNA から（ え ）された段階で輸送先が決まっている。細胞質基質で遊離した状態のリボソームで（ え ）されたタンパク質は、そのまま細胞質基質ではたらくもののほか、核、ミトコンドリアなどへ運ばれるものもある。一方、（ お ）小胞体上で（ え ）されたタンパク質は、小胞体の内部に取り込まれるものもある。小胞体内に取り込まれたタンパク質には、小胞体内で機能するものだけでなく、小胞に包まれて（ か ）に運ばれるものもある。（ か ）に運ばれたタンパク質には（ き ）修飾を受けるものや、細胞外へ（ く ）されるものもある。

（1）本文中の空欄（ あ ）～（ く ）にあてはまるもっとも適切な語句を解答欄に記入せよ。

- (2) 生体膜を構成するリン脂質の性質として内容が間違っているものを、次の(ア)～(オ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) リン脂質には親水性部分と疎水性部分がある。
- (イ) リン脂質に含まれている脂肪酸は水と接している。
- (ウ) リン脂質は生体膜中を流動している。
- (エ) リン脂質は炭素原子、酸素原子、水素原子、リン原子を含んでいる。
- (オ) リン脂質にはリン酸と脂肪酸が含まれている。

- (3) 次の選択肢(ア)～(カ)のうち、核および葉緑体に特異的に存在するタンパク質としてもっとも適切なものを一つずつ選び、それぞれ解答欄に記号を記入せよ。

選択肢

- | | |
|-------------|-------------|
| (ア) アミラーゼ | (イ) ルビスコ |
| (ウ) rRNA | (エ) ヒストン |
| (オ) 免疫グロブリン | (カ) ミトコンドリア |

- (4) 以下に示すようなタンパク質の細胞内局在に関する実験を行った。この文章を読み、次の問い(i)～(viii)に答えよ。

新たに発見されたタンパク質(以下、タンパク質DSSと示す)が細胞内のどの区画に存在するかを調べるために、細胞分画法を用いた実験を行った。細胞分画法とは、細胞を破碎し細胞小器官を大きさや密度の違いを利用して遠心分離する方法である。

タンパク質DSSのカルボキシル末端(C末端)に緑色蛍光タンパク質(GFP)を融合したタンパク質を発現させた動物由来組織を、氷冷した中性のスクロース等張液中でホモジェナイザーを用いてすりつぶし、細胞破碎液を作製した。細胞破碎液を弱い遠心力($500 \times g$)

で遠心分離を行い，沈殿 1 と上澄み 1 に分けた。次に上澄み 1 の一部を強い遠心力（ $8,000 \times g$ ）で遠心分離を行い，沈殿 2 と上澄み 2 に分けた。最後に，上澄み 2 の一部をさらに強い遠心力（ $100,000 \times g$ ）で遠心分離を行い，沈殿 3 と上澄み 3 に分け，合計 6 種類の画分に分けた。ミトコンドリア，核，細胞質基質，リソソームがどの画分に含まれているかを確認するために，各画分に対して細胞小器官の構造やタンパク質の活性が維持される適切な条件で以下の操作①～④を行い，表 1 の結果を得た。

操作①：ヤヌスグリーン染色を行った。

操作②：酢酸オルセイン染色を行った。

操作③：グルコースを加え，pH の変化を調べた。

操作④：紫外線を当て，蛍光の色を調べた。

表 1 各操作における各画分の変化

画分	上澄み 1	上澄み 2	上澄み 3	沈殿 1	沈殿 2	沈殿 3
操作①	青緑色	変化なし	変化なし	変化なし	青緑色	変化なし
操作②	変化なし	変化なし	変化なし	赤色	変化なし	変化なし
操作③	変化なし	pH 低下	pH 低下	変化なし	変化なし	変化なし
操作④	緑色	光らない	光らない	光らない	緑色	光らない

(i) 細胞分画法において、スクロース等張液を用いる理由として適切なものを次の(ア)～(オ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 細胞は生体膜で覆われているためやわらかく、ホモジェナイザーでは破碎できない。しかし、スクロース等張液で生体膜の硬さを増やすことで破碎できるようになるから。
- (イ) 生体膜に囲まれた内側と外側の浸透圧が異なると、浸透圧が低いほうから高いほうへ水分の移動が起こる。その結果、生体膜に囲まれた細胞小器官内部のイオンやタンパク質の濃度に変化し、細胞小器官特異的な機能が変化してしまう可能性があるから。
- (ウ) 細胞内の浸透圧は一定ではないが、スクロース等張液を用いることで一定の浸透圧にできるから。
- (エ) どんな濃度のスクロース溶液でも溶液の浸透圧は細胞内の浸透圧と等しいため、スクロース溶液を用いると自然と等張液になるから。
- (オ) 高張液を用いることで生体膜で囲まれた細胞小器官に外部の水分が流入し、生体膜が壊れることで分画がうまくいかないから。

(ii) 細胞分画法を低温で行う理由を、句読点を含め 60 字以内で答えよ。

(iii) 操作①で青緑色に染まる細胞内の区画の説明として内容が間違っているものを次の(ア)～(オ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) アセチル CoA を合成する。
- (イ) NAD^+ を NADH に還元する。
- (ウ) NADH を NAD^+ に酸化する。
- (エ) ピルビン酸を合成する。
- (オ) 遺伝情報を含んでいる。

- (iv) 一般的に、動物由来の細胞を単離しグルコースを含む培地で培養する場合、酸素がある条件で培養するより酸素がない条件で培養するほうが、培養している培地の pH が低下する。酸素の有無によって培地の pH が変化する理由として正しいものを次の (ア) ～ (オ) の中から一つ選び、記号で答えよ。

また、細胞分画後の上澄み 1，上澄み 2，上澄み 3 に対して酸素がない条件で操作③を行うと各上澄みの pH はどのように変化するかそれぞれ答えよ。

- (ア) 動物細胞では、酸素がないときにはグルコースを解糖によって乳酸に代謝することでエネルギーを得ている。作られた乳酸が細胞外に分泌され、水素イオンと乳酸イオンに電離するため pH が下がる。
- (イ) 動物細胞では、酸素がないときにはグルコースは解糖によってエタノールに代謝することでエネルギーを得ている。作られたエタノールは細胞外に分泌され、 H_2O を分解して水素イオンを発生させるため pH が下がる。
- (ウ) 酸素がないときは、電子伝達系で電子を酸素に受け渡すことができないため、余った水素イオンが培地中に放出され pH が下がる。
- (エ) 酸素があることで培地の pH を中性に維持しているため、酸素がない時の pH の低下は酸素がなくなったことが原因であり、動物由来細胞の機能とは関係がない。
- (オ) 培地中に酸素がないときには、細胞に必要な酸素は培地中の水素イオンを原料として細胞内で合成される。そのため、培地中の水素イオンが減少することで pH が下がる。

(v) どの沈殿画分にリソソームが含まれているかを調べるために、新たに操作⑤を行った。各沈殿は操作⑤を行ううえで適切な溶液で溶解もしくは懸濁してから利用している。操作⑤として適切な実験を、次の（ア）～（オ）の中から一つ選び、記号で答えよ。

（ア） 各画分にジエチルエーテルを加える。その後、食塩水を加えて2層に分け、上層をシリカゲル薄層プレート下部に附着させ、展開液で展開し、色素の移動を観察する。

（イ） 各画分に赤色蛍光タンパク質（RFP）を加え 37℃で1時間温め、RFPが発する赤色蛍光の強さを確認する。

（ウ） 各画分にコハク酸ナトリウムとメチレンブルーの混合溶液を加える。その後、40℃で反応させ溶液の色が青色から無色に変化するかを調べる。

（エ） 各画分を食塩と洗剤の混ざった溶液で溶解する。溶解した溶液にDNA検出試薬を加え、アガロースゲル電気泳動を行う。30分後に、アガロースゲルに紫外線を当てることで、DNAのバンドが検出されるか確認する。

（オ） 各画分に塩化カルシウム溶液を加え 37℃で温める。30分後に凝固しているかどうか観察する。

(vi) 操作⑤を行った結果、主に沈殿3にリソソームが含まれていることが明らかになった。この結果をもとにミトコンドリア、核、細胞質基質、リソソームのうち、上澄み1に含まれている細胞内の区画をすべて答えよ。

(vii) タンパク質DSSが主に存在する細胞内の区画をミトコンドリア、核、細胞質基質、リソソームの中から一つ答えよ。

(viii) タンパク質のアミノ末端（N 末端）側に GFP を融合したタンパク質 DSS を発現する動物細胞を用いて同様の実験を行った。その結果、操作④を行うと C 末端側に GFP を融合したときに見られた沈殿 2 の緑色の蛍光はなくなり、上澄み 1 と上澄み 2 と上澄み 3 が緑色の蛍光を発するようになった。その理由としてもっとも適切なものを、次の（ア）～（オ）の中から一つ選び、記号で答えよ。

- （ア） タンパク質の N 末端側に GFP を融合すると、タンパク質 DSS の分解が抑制されるから。
- （イ） すべてのタンパク質は GFP が融合すると上澄みに局在するようになるから。
- （ウ） すべてのタンパク質は GFP が融合すると沈殿するようになるから。
- （エ） タンパク質 DSS の細胞内局在には、N 末端を含む配列が関与していて、GFP を融合したことによりその配列が機能しなくなったから。
- （オ） タンパク質 DSS に GFP を融合したことで分子量が大きくなっている。タンパク質の細胞内局在には、タンパク質の分子量が関係しているから。

(50点)

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、問い（１）～（８）の答えを解答用紙の（一）の〔Ⅱ〕の該当する欄に記入せよ。

次の文章は、2015年に国際連合サミットで採択された持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals, SDGs）に関するトオルとレイコの会話である。

トオル：SDGsって言葉を最近よく聞くけれど、バイオテクノロジーは関係するのかな？

レイコ：すごく関係しているよ。例えば17個ある目標のうち、2個目の「飢餓をゼロに」では2030年までに飢えをなくし、世界中の誰もが一年中安全で栄養のある食料を十分に手に入れられるようにすることを目標としているよ。

トオル：品種改良で食料の生産効率を上げることや、栄養価を高めることが大切だね。

レイコ：そこで注目されているのが、^(A)ゲノム編集技術だよ。この技術を品種改良に応用すると、今までの自然に起こる突然変異や人為的な突然変異による偶然を期待した品種改良に比べて、スピードが飛躍的に向上するんだって。

トオル：ゲノム編集技術の開発者は2020年にノーベル化学賞を受賞したよね。

レイコ：従来の遺伝子組換え技術を用いた品種改良では他の生物の遺伝子を導入して目的の性質を与える方法が開発されてきたけれど、ゲノム編集技術を使えば狙った場所に簡単に塩基の欠失や遺伝子の導入などを行うことが可能になるんだって。

トオル：そういえばミオスタチンという遺伝子に変異を加えて、^(B)転写された mRNA からの翻訳を起こらなくさせることで、肉厚になって食べられる部分が増えたマダイの販売が承認されたというニュースを聞いた覚えがあるな。

レイコ：欠失型のゲノム編集は自然界でも起こりうる変化を加速する技術だから、実用化が進んでいるよね。

トオル：医療分野への応用も進むだろうね。

レイコ：SDGsの3個目の目標「すべての人に健康と福祉を」にも関係しているしね。感染症や^(C)遺伝病など様々な疾患への応用が研究されているらしいよ。

トオル：ゲノム編集技術には課題があるのかな。

レイコ：一つ目は目的の遺伝子以外に変異が入ってしまう^(D)オフターゲット効果があるよ。二つ目はゲノム編集により外来遺伝子が導入された生物は遺伝子組換え生物に該当するため、法律の規制対象になるんだ。他に^(E)倫理的な面や消費者への理解促進なども重要だね。

トオル：科学コミュニケーションの出番だな。

レイコ：SDGsでいえば^(F)生物多様性の保全という目標とも切り離せない技術だね。14個目と15個目の目標「^(G)海の豊かさを守ろう」「陸の豊かさを守ろう」では環境負荷の軽減、生物資源の保護等が重要といわれるけど、マダイのニュースや植物から作る^(H)バイオエタノールとかにもつながる話だね。

(1) 下線部(A)について述べた次の文章のうち、空欄(あ)～(え)にあてはまるもっとも適切な語句を解答欄に記入せよ。

コドンが指定するアミノ酸に変化をもたらす塩基の置換を(あ)と呼ぶ。一方、アミノ酸配列の変化をもたらさない塩基の置換は、(い)と呼ぶ。ゲノム編集によってヌクレオチドが挿入または欠失が生じた場合に、コドンの読み枠がずれる(う)が起こり、それ以降のアミノ酸配列が大きく変わることがある。また(え)コドンに変わる置換が起こると、そこで翻訳が終了し、形質に大きな影響が生じることが多い。

(2) 下線部 (B) に関する次の問い①～③に答えよ。

① 転写においてクロマチンが凝縮した領域と弛緩した領域ではどちらの領域が遺伝子の発現が活発か答えよ。

② ヒストンのアセチル化はクロマチン構造の凝縮と弛緩のどちらを促すか答えよ。

③ 以下の反応 (ア) ～ (オ) のうち、DNA プライマーを使う反応には D, RNA プライマーを使う反応には R, プライマーを利用しない反応には × を、該当する解答欄にそれぞれ記入せよ。

(ア) リーディング鎖の合成

(イ) ラギング鎖の合成

(ウ) mRNA の転写

(エ) ジデオキシ法 (サンガー法) による DNA 塩基配列の決定

(オ) DNA リガーゼによる DNA 断片とベクターの連結

(3) 下線部 (C) について述べた次の文章を読み、以下の問い①と②に答えよ。

トリプレット病とは、遺伝子に存在する特定の 3 塩基の繰り返し配列が異常に伸長することによって起こる一群の遺伝性疾患のことである。ある遺伝子 X はミトコンドリアにおいて鉄の貯蔵を制御するタンパク質 X をコードしているが、あるトリプレット病患者では第一イントロンに存在する GAA リピート数が、健常者でみられる 5 ～ 30 回程度よりも異常に伸長していることが見出されている。そのため、患者の遺伝子 X の mRNA の全長は変化しないものの量は減少し、結果としてクエン酸回路や電子伝達系において酵素活性に鉄イオンを必要とするタンパク質群の機能が低下し、ATP 産生が減少することが

知られている。

① 遺伝子 X にのみ異常がある患者と健常者を含む 5 人の被験者 (ア) ~ (オ) の細胞からゲノム DNA を調製した。遺伝子 X の第一イントロンを含む領域を増幅できるように、エキソン領域に結合するように設計したプライマーを用いて、等量のゲノム DNA を鋳型とした PCR を行い、増幅産物をアガロースゲル電気泳動した結果を以下の図 1 A に示す。増幅産物は I と II のどちらの方向に向かって泳動したか、記号で答えよ。またミトコンドリア内膜を挟んだ H^+ の濃度勾配ができにくくなっていると考えられる被験者をすべて選び、記号で答えよ。

② 健常者と患者の細胞からそれぞれ調製した等量の全 cDNA を鋳型として①と同じプライマーを用いて PCR を行い、増幅産物を電気泳動したとする。図 1 B において健常者の結果を基に、患者由来の増幅産物の泳動パターンとしてもっとも適切なものを (カ) ~ (サ) から一つ選び、記号で答えよ。なおバンドの太さは DNA 量を表すとする。

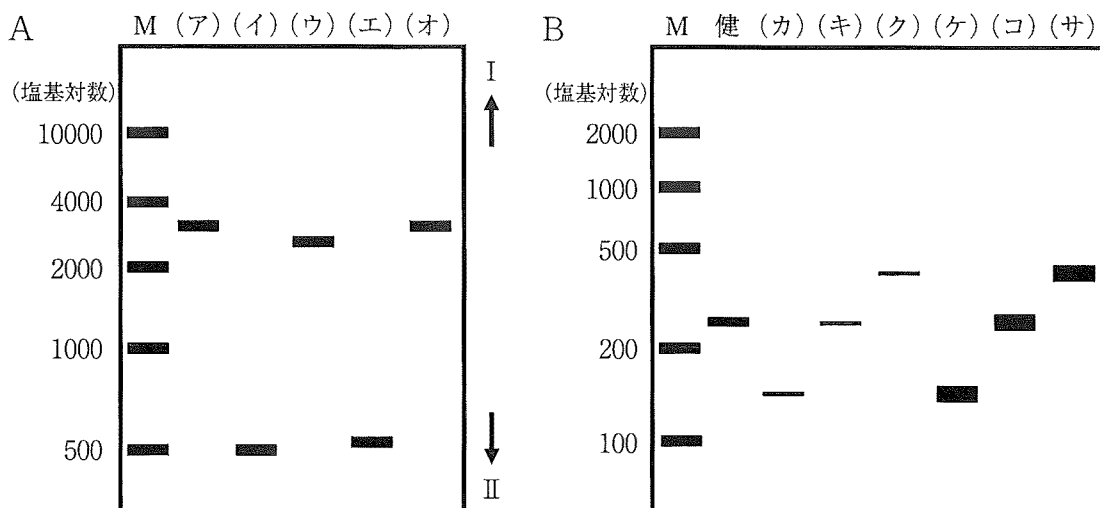


図 1 アガロースゲル電気泳動の結果の模式図

M は長さのわかっているマーカー DNA。健は健常者由来のサンプル。

- (4) 下線部 (D) に関連する次の文章を読み、オフターゲット効果が生じる原因をガイド RNA の観点から予想し、句読点を含め 40 字以内で説明せよ。

ゲノム編集では、切断したい標的塩基配列に相補的な約20塩基の配列を含むガイド RNA と人工ヌクレアーゼにより、ゲノム上の任意の配列を二本鎖切断する。二本鎖切断が導入されると非相同末端連結によって修復されるが、修復エラーによって切断部に欠失や挿入などの変異が導入されることでゲノムが編集される。

- (5) 下線部 (E) に関連して、遺伝子を扱う技術の課題やその対策について述べた次の文章 (ア) ～ (エ) のうち、内容が正しい文章を一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 人はどこまで人為的に生物を変えてよいのかという倫理的な問題について、専門家である科学者のみで結論を出す必要がある。
- (イ) ヒトの SNP を調べることは遺伝子診断につながり、病気の予知もある程度可能になることから、必ず本人や家族に知らせなくてはならない。
- (ウ) カルタヘナ法は、遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性確保に関する法律である。
- (エ) 個人のゲノム情報は医療面で貴重な情報であるため、制限なく世界的に公開する必要がある。

- (6) 下線部 (F) に関連して、生物多様性を構成する三つの階層をすべて答えよ。

(7) 下線部 (G) に関連して、人間が生態系から受ける生態系サービスは4種類に大別される。海が提供する次の内容が示す生態系サービス(ア)～(エ)の名称をそれぞれ答えよ。

- (ア) 光合成による二酸化炭素の吸収と酸素の生産
- (イ) 海水浴や潮干狩り
- (ウ) 波力発電や潮力発電、魚介類等の食料資源
- (エ) 気候の調整や水質の浄化

(8) 下線部 (H) に関連して、植物に含まれるセルロースからバイオエタノールの製造を行う場合、まず酵素を用いてグルコースに加水分解後、酵母によるエタノールの生成を行う方法がある。この方法によりセルロース 4,050 g から生成したエタノールは何 g になるか、整数で答えよ。ただし、セルロース中のグルコースの平均分子量は 162 とし、セルロースから得られたグルコースのうち 20 % がエタノールに変換されたとする。なお、グルコース、エタノール、酸素、二酸化炭素、水の分子量はそれぞれ 180, 46, 32, 44, 18 とする。

(50点)

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、問い（１）～（４）の答えを解答用紙の（二）の〔Ⅲ〕の該当する欄に記入せよ。

季節は、一年を日長、気温、降水量などの推移に従って時間的に区分したものである。亜熱帯から温帯を経て亜寒帯まで分布するわが国では、季節を慣例的に春夏秋冬の四季に区分する。季節は、さまざまな生物の生活や活動に大きく影響する。自然界の生物が示す、季節的に起こる諸現象の時間的変化は、生物季節（フェノロジー）と呼ばれる。生物季節のパターンを明らかにし、気候や気象との関連を研究する学問分野を、生物季節学という。

植物では、季節ごとに (A) 開花や落葉 といった現象が見られる。植物は固着生活をするため、生物季節は地域により異なる場合がある。例えば、ソメイヨシノの開花日は地域ごとに異なり、開花予想日の同じ地域を結んだ線は一般に桜前線と呼ばれる。また、植物は (B) 生育する環境の季節変化に適応した形態的な特徴 をもつことが知られている。季節は、地球上の (C) バイオーム を構成する植物の組成にも大きく影響している。

菌類でも、一般にきのことして知られる (D) 子実体の出現には季節性が認められる。北ヨーロッパの亜寒帯林では、近年の気候変動の影響で秋季の子実体の出現時期が遅れているという報告もある。

（１） 下線部（Ａ）に関して、次の問い①～④に答えよ。

- ① 植物の開花について述べた次の文章を読み、空欄（あ）～（こ）にあてはまるもっとも適切な語句を解答欄に記入せよ。

植物は決まった季節になると花芽を形成して花を咲かせる。花芽の形成には日長の変化が重要であり、日長の変化に応答する性質は（あ）と呼ばれる。日長と花芽形成の関係は植物によって異なり、日長が一定以下になると花芽形成が促進される（い）植物、日長が一定以上になると花芽形成が促進される（う）植物、日

長に関係なく花芽形成する植物は（ え ）植物と呼ばれる。花芽形成では、赤色光受容体である（ お ）が日長を感知し、（ か ）で作られた（ き ）と呼ばれる花成ホルモンが（ く ）を通過して（ け ）に運ばれることで、花芽の分化が誘導される。花芽形成は温度の影響を受けることも知られており、花芽形成が一定の低温状態を経験することで促進される現象は（ こ ）と呼ばれる。

- ② 春から初夏に開花する植物と、夏から秋に開花する植物は、それぞれ文章中の空欄（い）、（う）、（え）植物のどれに該当するか。表1の選択肢（ア）～（カ）から一つ選び、記号で答えよ。

表1 選択肢

	春から初夏に開花する植物	夏から秋に開花する植物
（ア）	（い）	（う）
（イ）	（い）	（え）
（ウ）	（う）	（い）
（エ）	（う）	（え）
（オ）	（え）	（い）
（カ）	（え）	（う）

- ③ 文章中の空欄（い）、（う）、（え）植物に属する植物名を、次の語群（ア）～（ケ）から三つずつ選び、記号で答えよ。

語群：（ア） アサガオ （イ） アブラナ （ウ） イネ
 （エ） エンドウ （オ） キク （カ） コムギ
 （キ） シロイヌナズナ （ク） トウモロコシ （ケ） トマト

- ④ 葉の老化と落葉を促進する植物ホルモンの名称を一つ、解答欄に記入せよ。

(2) 下線部 (B) に関する次の文章を読み、次の問い①～③に答えよ。

植物は生育する環境に適した生活様式と形態を有することが知られており、これを (さ) と呼ぶ。デンマークの植物生態学者クリステン・ラウンケルは、植物の生育に適さない冬や乾季に形成される (し) の高さに基づいて、植物の (さ) を分類した。このラウンケルの分類に基づくと、熱帯では (し) が地表から 30 cm 以上の高さにある (す) が、ツンドラでは (し) が地表面に接している (セ) が多く、また、乾燥する砂漠では、生育に適さない季節を種子で越す (そ) が多くなる。

① 文章中の空欄 (さ), (し) にあてはまるもっとも適切な語句を解答欄に記入せよ。

② 文章中の空欄 (す) ～ (そ) にあてはまるもっとも適切な語句を、次の語群 (ア) ～ (エ) から一つずつ選び、記号で答えよ。

語群：(ア) 一年生植物 (イ) 地上植物 (ウ) 半地中植物
(エ) 水生植物

③ ②の語群 (ア) ～ (エ) のうち、タンポポとヤマユリはどれに分類されるか。適切な語句を一つずつ選び、記号で答えよ。適切な語句がない場合は (オ) と答えよ。

(3) 下線部 (C) に関して、次の問い①, ②に答えよ。

① 熱帯と温帯のそれぞれで常緑樹または落葉樹が優占する森林のバイオームの名称を一つずつ解答欄に記入せよ。

② 熱帯で、常緑樹が優占するバイオームと落葉樹が優占するバイオームとでは季節にどのような違いがあるか。句読点を含め 75 字以内で答えよ。

(4) 下線部 (D) に関して、次の問い①, ②に答えよ。

① 子実体の季節的な出現状況を明らかにするための野外調査を行った。沖縄県の亜熱帯林（年平均気温は約 22℃）、京都府の冷温帯林（同約 10℃）、岐阜県の亜高山帯林（同約 2℃）に、2メートル四方の調査区画をそれぞれ 125 個ずつ設置した。調査区画内の落葉層を目視で観察し、子実体の出現の有無を記録した。野外調査は一年間にわたって行い、積雪のない亜熱帯林では 1 月から 11 月まで 2 ヶ月おきに計 6 回、積雪のある冷温帯林と亜高山帯林では冬季の積雪期を除く生育期間中に、冷温帯林では 5 月から 11 月まで毎月の計 7 回、亜高山帯林では 6 月から 10 月まで毎月の計 5 回、子実体の出現がみられた調査区画数を数えた。その結果、各森林ではクヌギタケ属菌類の子実体をもっとも頻繁に出現した（森林ごとに菌類の種が異なっていたことから、ここでは菌種 A、菌種 B、菌種 C とする）。図 1 では、これら 3 種のそれぞれについて、125 個の調査区画に対する子実体の出現がみられた調査区画数の割合（出現頻度）をパーセントで示す。図 1 に示した結果について述べた次の選択肢（ア）～（オ）のうち、内容が誤っている文章を一つ選び、記号で答えよ。

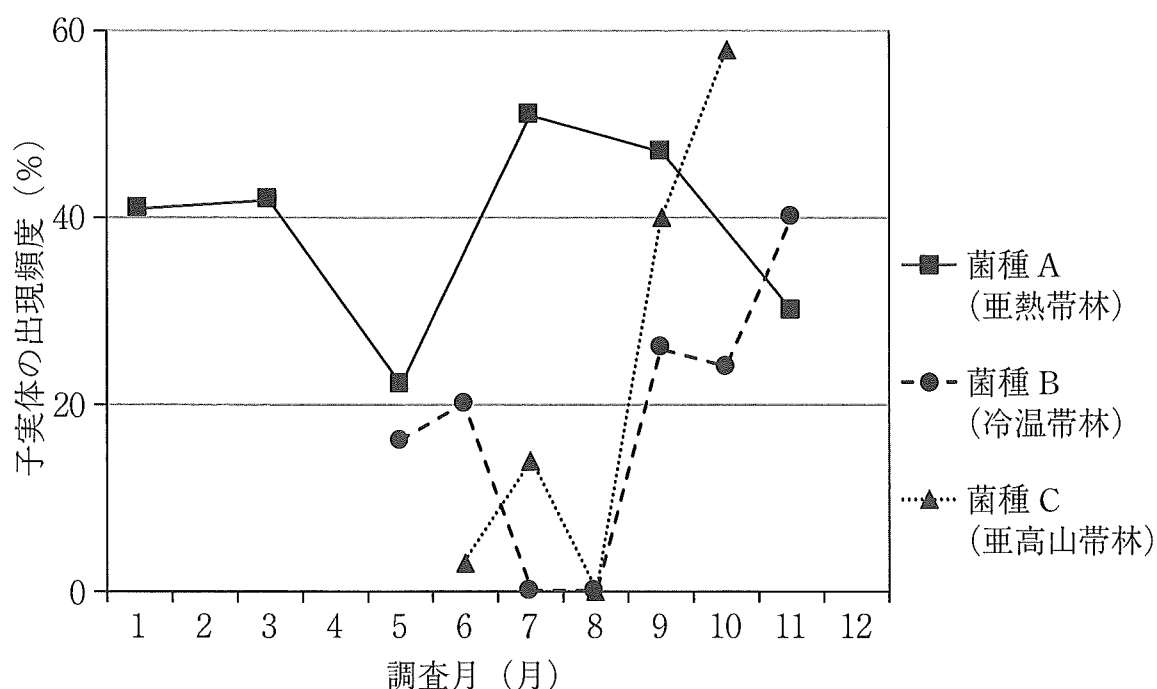


図1 クヌギタケ属菌類の子実体の季節的な出現状況

- (ア) 亜熱帯林では、調査期間を通じて子実体の出現がみられた。
 - (イ) 冷温帯林と亜高山帯林では、生育期間中に子実体の出現頻度
がもっとも高かったのは9～11月であった。
 - (ウ) どの気候帯の森林でも、子実体の出現頻度が高い月と低い月
が認められた。
 - (エ) 7月と9月に、温暖な気候帯ほど子実体の出現頻度が高い傾
向は認められなかった。
 - (オ) 寒冷な気候帯ほど、子実体の出現頻度の季節的な変動量（生
育期間を通じた最大値と最小値の幅）が小さかった。
- ② 温度が菌類の成長に及ぼす影響について検討するための培養実験
を行った。①で観察対象としたクヌギタケ属菌類の子実体を採取し
た。それらの子実体から得られた純粋培養の菌糸を用いて、5℃か
ら35℃までの温度範囲における栄養寒天培地上での菌糸の成長速
度を比較した。その結果を図2に示す。値は、温度ごとに菌糸の成
長速度を4回測定したときの平均値である。図2では、各森林で採
取した菌種について、菌糸の成長速度の平均値がもっとも高かった

温度を最適温度とした。各菌種について、最適温度での菌糸の成長速度の平均値を 100 とし、それ以外の温度での値を相対値で示した。なお、栄養寒天培地上での培養中に子実体の形成は認められなかった。図 2 に示した結果について述べた次の選択肢（ア）～（オ）のうち、内容が正しい文章を一つ選び、記号で答えよ。

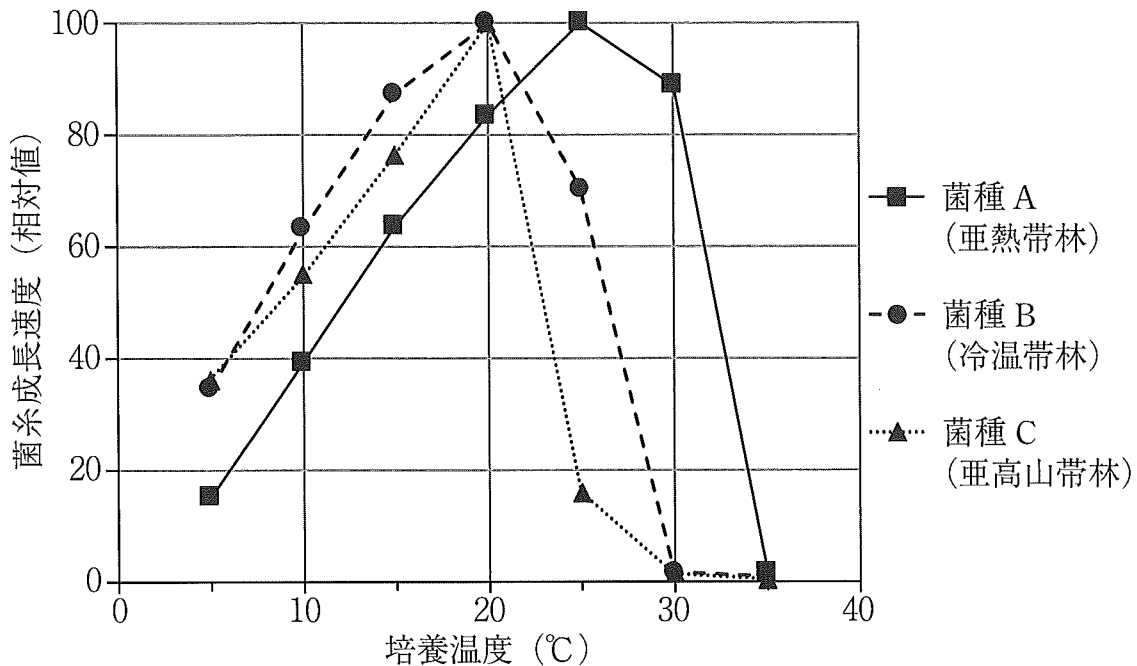


図 2 クヌギタケ属菌類の菌糸成長の温度反応性

- （ア） 寒冷な気候帯の菌種ほど、最適温度より高い温度域での菌糸の成長速度の低下が緩やかだった。
- （イ） 25℃における菌糸の成長は、温暖な気候帯の菌種ほど速かった。
- （ウ） 最適温度は、寒冷な気候帯の菌種ほど高かった。
- （エ） どの気候帯の菌種でも、最適温度より低い温度域では菌糸の成長速度は培養温度の上昇に伴って増加した。
- （オ） 各気候帯の年平均気温付近の温度条件下で、菌糸の成長速度は最大となった。

(50点)