

令和5年度入学者選抜学力検査問題(前期日程)

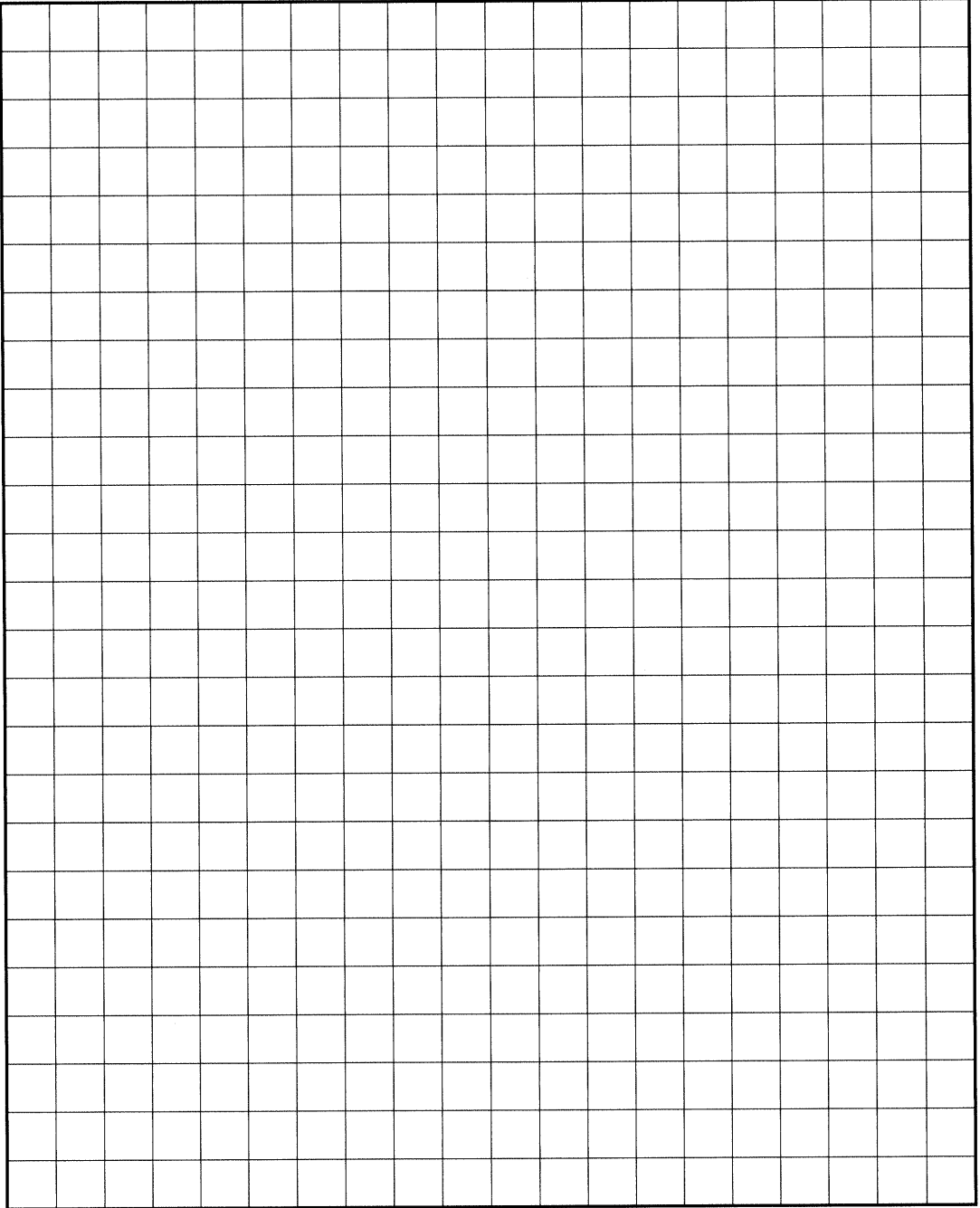
理 科

生物基礎・生物

(注 意)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は16ページ、解答用紙は5枚である。
指示があってから確認すること。
3. 解答はすべて解答用紙の指定のところに記入すること。
4. 計算や下書きを試みる場合は、問題冊子の余白や下書き用紙を利用してもよい。
5. 解答用紙は持ち帰ってはならないが、問題冊子は必ず持ち帰ること。

下書き用紙



〔I〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生物の分類に関して、従来は生物が有する形態学的な特徴や性質がその指標として用いられてきた。これまでに様々な生物の分類法が報告されたが、中でもホイタッカーとマーグリスが提唱した生物を5つの界に分類する5界説^(ア)は、一般にも広く知られている分類体系である。

一方で生物の分子系統解析により、界の上位の分類として生物を(①)^(イ)、(②)および(③)のグループに分類する説がウーズにより提唱され(図1)、現在の分類学において主流の考え方となっている。これらのグループの構成を見てみると、(①)には独立栄養生物に属するシアノバクテリアや従属栄養生物に属する大腸菌^(ウ)が含まれ、(②)には超好熱菌が含まれる。また(③)には動物や植物が含まれる。

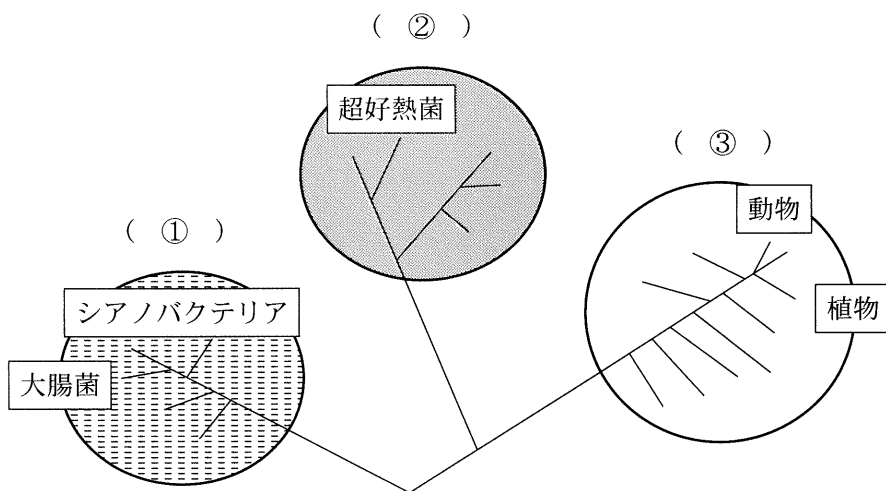


図1 ウーズによる生物の分類

注) 図中の(①)～(③)は文章中の(①)～(③)に対応する。

- 〔1〕 文章中の(①)～(③)に入る適切な語句を答えよ。
- 〔2〕 大腸菌や超好熱菌では見られず、植物では認められる細胞小器官を3つ答えよ。
- 〔3〕 (②)に属する超好熱菌以外の生物を2つ答えよ。
- 〔4〕 下線部(ア)について、5つの界を答えよ。
- 〔5〕 下線部(イ)について、次の問いに答えよ。
- (1) この説を何というか答えよ。
 - (2) これらのグループはどのような解析をもとにして分類されたのか、句読点を含めて20字以上40字以内で説明せよ。
- 〔6〕 下線部(ウ)について、独立栄養生物と従属栄養生物の違いは何か、句読点を含めて40字以上60字以内で説明せよ。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

以下の図は、イヌのあるタンパク質をコードする遺伝子 X の DNA の塩基配列 (図 1) および mRNA の開始コドンから終止コドンまでの塩基配列 (図 2) である。この遺伝子からタンパク質が合成される過程では、まず、核内で DNA から mRNA 前駆体が転写される。この mRNA 前駆体は、翻訳されない配列が 2 つの翻訳される領域に挟まれる構造となっており、翻訳されない配列が除かれた後、mRNA として細胞質へ移動する。翻訳は、リボソームが mRNA に結合し、開始コドンを認識することによってはじまる。リボソームが mRNA 上を移動して、最初の AUG まで来ると、これに対応するアンチコドンをもつ tRNA が mRNA に結合する。その後、リボソームが 3 塩基ずれるごとに tRNA が運ぶアミノ酸が順につながってポリペプチド鎖が伸長する。リボソームが終止コドンまでくると、翻訳は終了する。

番号	配列					
1	CAGGGTATAA	AGAGGGCCCG	CAAGAACCGA	TTCCAGGATC	CCAGCAGCCA	GCTCCCCAAA
61	GCGCTCAGGG	TCCTGTGGAC	GGCTCACCCC	GGCTGCGATG	GCTGCAAGTA	AGTCCCCCTG
121	GGCTCGGTGG	TGGACCGAGG	GGCGAGGTGG	AGGGGGGCCT	GCAGATGGCT	GGGGGTGCCA
181	CCCCGGGCT	CTGGGCTGGC	TGAGGTGTGA	GCATAGACAC	GTACGCCCGG	ACGTGTGGCC
241	CAGTGCTAGA	GGTTCTGGGT	CCTGCGGGGT	TGGGCAGGG	CTGGCAGGAA	CCAGGCCTCT
301	TGCCCGCCGT	CCGTGCCCT	CCGTGTGTAG	ACCCTCGGAA	CTCTGTGCTC	CTGGCCTTCG
361	CCTTGCTCTG	CCTGCCCTGG	CCTCAGGAGG	TGGGCGCCTT	CCCGGCCATG	CCCTTGTCOA
421	GCCTGTTTGC	CAACGCCGTG	CTCCGGGCC	AGCACCTGCA	CCAACCTGGCT	GCCGACACCT
481	ACAAAGAGTT	TGAGCGGGCG	TACATCCCCG	AGGGACAGAG	GTACTIONATC	CAGAACCGCG
541	AGGCCGCCCT	CTAGTTGCTG	GGCATCTCTG	TCACCCCTC	CCCAGAGCCT	CCCCAACCTC
601	GGGGAGTGCC	GCTCCAGGGT	CCACTGTGCT	TTCCTAATAA	AGTTAAGTTG	CATC

図 1 遺伝子 X の DNA の塩基配列

番号	配列					
1	ATGGCTGCAA	GCCCTCGGAA	CTCTGTGCTC	CTGGCCTTCG	CCTTGCTCTG	CCTGCCCTGG
61	CCTCAGGAGG	TGGGCGCCTT	CCCGGCCATG	CCCTTGTTCCA	GCCTGTTTGC	CAACGCCCGTG
121	CTCCGGGCC	AGCACCTGCA	CCAACTGGCT	GCCGACACCT	ACAAAGAGTT	TGAGCGGGCCG
181	TACATCCCCG	AGGGACAGAG	GTA	CTCCATC	CAGAACGCGC	AGGCCGCCTT CTAG

図2 遺伝子 X の mRNA の塩基配列

注)開始コドンから終止コドンまでの塩基配列を、UからTに置換して示してある。

- [1] 下線部(ア)について、図1の塩基配列を持つDNA鎖とmRNA前駆体の鋳型となるDNA鎖はどのような関係にあるか。その名称を答えよ。
- [2] 下線部(イ)について、最初の5塩基と最後の5塩基をA, U, C, Gを用いて答えよ。
- [3] 遺伝情報の転写の過程で、mRNA前駆体の5'末端と3'末端に修飾される構造の名前をそれぞれ答えよ。
- [4] 開始コドンに対応するtRNAがもつアンチコドンの配列をA, U, C, Gを用いて答えよ。
- [5] 遺伝子Xがコードするタンパク質の一次構造で、2回目に出現するメチオニンに続く3個のアミノ酸を、表1の遺伝暗号表を用いて順に答えよ。
- [6] 下線部(ウ)について、遺伝子Xの翻訳終了時のポリペプチド鎖は何個のアミノ酸からなるか答えよ。

〔7〕 突然変異によって DNA の塩基配列の 1 ヲ所に置換が生じる際、コドンの 3 番目の塩基に比べて、1 番目の塩基が置換する場合の方が、生命機能に影響を与える可能性が高い。その理由を、句読点を含めて 80 字以上 100 字以内で説明せよ。

表 1 遺伝暗号表

		2 番目の塩基							
		U	C	A	G				
1 番目の塩基	U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U	3 番目の塩基		
		ロイシン		なし	なし	A			
		C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン		U	
					グルタミン			G	
	A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U			
				メチオニン	リシン	アルギニン		C	
		G		バリン	アラニン	アスパラギン酸		グリシン	U
						グルタミン酸			G

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

未知の病原体と接触した我々人類は、時として大規模な感染症の流行に見舞われる。しかし、集団としてのヒトが病原体によって直ちに死滅してしまわないのは、体に備わる免疫によって防御されているからである。現在広く受け入れられている学説では、現生のヒトであるホモ・サピエンスの出現はおよそ(①)年前と推定されているが、それ以前から外界にくらべて安定した体内環境に侵入して増殖しようとする病原体とのせめぎ合いの中で、体を守るために免疫を進化させてきた。そして、病原体もまた宿主の免疫の進化にあわせて進化してきたのである。

ヒトの免疫は生来備わっている不特定の病原体や物質に対するしくみと、既に感染した事のある病原体を効率的に排除するしくみとに大別できる。また、後者は細胞によるものとタンパク質によるものからなっている。

人類は将来にわたって新たな病原体と遭遇し、これらの病原体は私たちの社会に急速に広がることが予想されている。私たちはヒトの体と病原体の両方を理解することによって、免疫を利用した技術を発展させ、病原体から人類を守っていかなければならない。

〔1〕 下線部(ア)について、次の問いに答えよ。

- (1) ①に当てはまる数字を答えよ。
- (2) ホモ・サピエンスが出現したのは地球上のどの場所だと考えられているか。大陸名を答えよ。

〔2〕 下線部(イ)について、次の問いに答えよ。

このように安定した体内環境を保つしくみを何と呼ぶか。名称を答えよ。

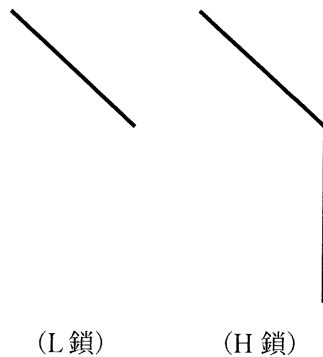
〔3〕 下線部(ウ)のように複数の生物が互いに影響を及ぼし合いながら進化する事を何と呼ぶか。名称を答えよ。

〔4〕 下線部(エ)について、次の問いに答えよ。

- (1) このしくみを何と呼ぶか。名称を答えよ。
- (2) このしくみに関係するものを下の語句から3つ選び、記号で答えよ。
(A) 記憶細胞 (B) 胸腺 (C) 皮膚 (D) ヘルパーT細胞
(E) MHCクラスII分子 (F) NK細胞 (G) Toll様受容体

〔5〕 下線部(オ)について、このようなタンパク質の1つに免疫グロブリンがある。

- (1) 免疫グロブリンを産生する細胞を答えよ。
- (2) 下図は免疫グロブリンを構成するポリペプチドのL鎖とH鎖の模式図である。これらを必要な数だけ用いて単量体の免疫グロブリン分子1つを図示せよ。ポリペプチド間の結合部分は直線で結び、抗原に結合する部分を○で囲め。



〔6〕 下線部(カ)について、なぜヒトは今後も新たな病原体と遭遇し、さらに病原体は急速に世界中に広まると予想されるのか。以下の語句を用いて句読点を含めて70字以上90字以内で説明せよ。

(人口増加 野生動物)

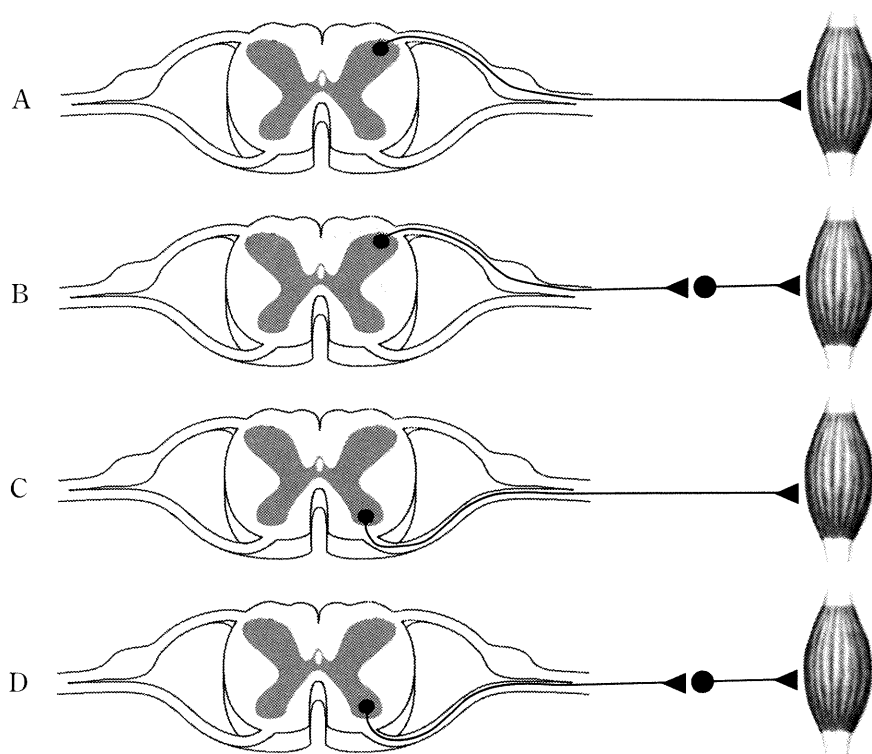
〔7〕 下線部(キ)について，これまで死滅させた病原体や病原性の弱い病原体を用いてヒトを免疫する方法が行われてきた。近年ではこれに加えてバイオテクノロジーにより，病原体そのものは用いずにヒトを免疫する方法が使われるようになってきた。バイオテクノロジーを用いてヒトを免疫する方法を簡単に説明し，病原体を用いる従来の方法に対してどのような利点があるか句読点を含めて 50 字以上 70 字以内で説明せよ。

〔IV〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ヒトや動物の体は、外界から刺激を情報として受けると、その情報を組織や臓器に伝達し、生体の体内環境を調節している。そのような調節機構のうち、神経性のもは中枢神経系が中心的な役割を担っている。中枢神経系は、末梢^{まつしょう}にある受容器で発生した信号を、求心性神経を介して受け取り、興奮を起し、末梢組織へ遠心性神経を介して情報を送り返す。遠心性神経は、体性神経系と心臓や胃腸管などに信号を伝える自律神経系に分類される。体性神経系は、受容器から脳や脊髄へ興奮を伝える(①)神経と、脳や脊髄から効果器である骨格筋へと指令を伝える運動神経^(ア)からなる。運動神経の終末からは神経伝達物質として(②)が放出され、シナプスにある受容体に結合する。その結果、シナプス後細胞膜に脱分極^(イ)が生じ、この脱分極の大きさがある閾値^(イ)を超えると筋細胞膜において興奮が生じる。この興奮は、筋細胞膜から筋細胞の内部に入り込んでいる(③)を伝わり、筋細胞内にある袋状の構造物である(④)からカルシウムイオン^(ウ)を放出させ、筋フィラメントが相互作用することにより、筋収縮がおこる。自律神経系には、交感神経と副交感神経^(エ)があり、多くの器官には両方の神経が分布し、一方の神経がその働きを促進すると、他方の神経がそれを抑制するように調節している。

〔1〕 (①)～(④)に入る適切な語句をそれぞれ答えよ。

〔2〕 下線部(ア)について、神経の経路として正しいものを下図のA～Dから選べ。



運動神経による骨格筋への神経支配の模式図

注) 図中の上方向は脊髄の後方，下方向は脊髄の前方，

●は、神経細胞体，▶は、神経終末を示す。

〔3〕 下線部(イ)について、次の問いに答えよ。

- (1) 骨格筋において、このシナプス部を何と呼ぶか。名称を答えよ。
- (2) シナプス部と筋細胞膜における膜電位変化の違いについて、句読点を含めて30字以上50字以内で説明せよ。

〔4〕 下線部(ウ)について、次の問いに答えよ。

- (1) カルシウムイオンが結合するタンパク質は何か。名称を答えよ。
- (2) 筋フィラメントの相互作用を抑制している繊維状タンパク質は何か。名称を答えよ。

〔5〕 下線部(エ)について、次の問いに答えよ。

- (1) 交感神経の主たる神経伝達物質は何か。名称を答えよ。
- (2) 副交感神経の興奮により生じる作用として、正しいものを2つ選べ。
 - a 気管支の拡張
 - b 心拍数の増加
 - c 排尿の抑制
 - d 胃腸管運動の促進
 - e 瞳孔径の縮小

〔V〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ある一定地域で生活する同じ生物種の個体の集まりを個体群と呼ぶ。スギの植栽地(スギ人工林)を構成する植栽木も個体群の一つととらえることができる。植栽密度を高くすると個体間の(①)がはげしくなる。その結果、成長の低下や枯死木の増加が見られるようになる。このように、個体群密度の変化に伴い構成種の発育や生理などが変化することを(②)という。

植栽するときの個体群密度が高い場合、植栽木が大きくなるにつれて、林床付近の植生が減少する。これは、スギの林冠が陽光をさえぎるため、生存に必要な光合成を行えなくなることが大きな要因である。

〔1〕 (①)(②)に入る適切な語句を答えよ。

〔2〕 下線部(ア)について、表1はあるスギ植栽地において、1辺が7mの正方形の中で健全に生育しているすべての個体を調査したデータである。

- (1) この調査データから1ヘクタール(10000 m²)当たりのスギの個体群密度を求め、小数点以下第一位を四捨五入し、整数で答えよ。
- (2) スギ植栽地の管理において、胸高直径に対し、樹高の高い個体は小さな断面積で大きな荷重を支えることになるため、強風や積雪で倒れやすい傾向にある。個体記号イ～チのうち、倒れる危険性の最も高い個体を選び、記号で答えよ。

表1 森林調査の結果

調査日 2022年○月○日

調査地 鳥取大学教育研究林 ひるぜん 蒜山の森

個体記号	樹高 (m)	胸高直径 ¹⁾ (cm)	枝下高 ²⁾ (m)
イ	15	19	7
ロ	15	21	7
ハ	17	22	8
ニ	18	25	8
ホ	17	20	8
ヘ	15	20	7
ト	17	19	8
チ	18	24	8

1)地上1.3m地点の幹の直径

2)最下部にある枝までの高さ

[3] 下線部(イ)について、陽生植物は陰生植物と比較して陽光不足による影響が大きい。以下から木本性の陽生植物を2つ選び、記号で答えよ。

- (a) アカマツ (b) ブナ (c) スダジイ (d) ススキ
 (e) コナラ (f) アラカシ (g) タブノキ (h) ベニシダ

〔4〕 下線部ウ)について、スギの個体群密度を管理する際に森林内の明るさを評価する指標として「相対照度」がよく利用されている。相対照度について、以下の問いに答えよ。

(1) 相対照度は以下の式から算出される。(x)と(y)に入る語句として適切なものを以下から選び、記号で答えよ。

$$\text{相対照度}(\%) = (x) \div (y) \times 100$$

- (a) 林外の明るさ
- (b) 林外の夜間の明るさ
- (c) 林内と林外の境界部の明るさ
- (d) 調査時における計測地点の明るさ
- (e) 計測地点の夜間の明るさ

(2) 相対照度は森林内の光の強さを相対値で示したものであるが、森林内の明るさを示す指標として絶対値が適切ではない理由について、以下の語句を用いて 45 字以上 65 字以内で答えよ。

(陽光 天気)

〔5〕 スギは種子と挿し木の両方で苗木を育成することができる。種子からの苗木、挿し木からの苗木をそれぞれ植栽し、密度が高い状態で放置した場合の森林の変化について、以下の問いに答えよ。

(1) 種子からの苗木の植栽地における変化について、最も適切なものを以下から選び、記号で答えよ。

- (a) 大きな個体が枯死する。
- (b) 小さな個体が枯死する。
- (c) 一斉に枯死する。
- (d) 枯死する個体はほとんどない。

(2) 1本の親木に由来する挿し木からの苗木の植栽地において、間引きが遅れると成長が一斉に低下する。その理由を 80 字以上 100 字以内で説明せよ。

下書き用紙

20

