

生 物

I (配点 75)

(1) 遺伝情報とその発現に関する次の文章を読み、以下の問い1)～6)に答えよ。

[解答番号 ～]

細胞分裂では、ア) DNA のもつ遺伝情報が分裂した2個の細胞に正確に伝えられる必要がある。このとき、元の DNA と全く同じ DNA がつくられる過程を、イ) DNA の複製という。一方、遺伝子の発現においては、まず DNA の遺伝情報が RNA の配列として写し取られ、さらにその RNA の配列をもとにタンパク質が合成される。前者の過程を、ウ) 転写、後者の過程を、エ) 翻訳という。ワトソンとともに DNA の二重らせん構造を発見した は、遺伝情報は DNA → RNA → タンパク質のように一方向に流れると述べ、この原則を と称した。

1) 上の文章中の空欄 , に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- ① クリック ② パスツール ③ メセルソン ④ メンデル
- ⑤ ABC モデル ⑥ セントラルドグマ ⑦ ハーディ・ワインベルグの法則
- ⑧ 半保存的複製

2) 下線部ア)の DNA の構造に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① DNA とはデオキシリボ核酸のことである。
- ② DNA を構成する塩基にはアデニン、グアニン、シトシン、チミンがある。
- ③ DNA を構成する糖はデオキシリボースと呼ばれる。
- ④ DNA の二重らせん構造では、塩基が外側につきだしており、周囲の水分子と水素結合により結び付いている。
- ⑤ DNA の塩基には相補性があり、アデニンとグアニンが対をつくりやすい。

3) 下線部イ)の DNA の複製に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① ほどかれた1本鎖 DNA の末端から DNA の複製が行われる。
- ② DNA ポリメラーゼによってヌクレオチドが結び付けられ、新しい DNA 鎖が合成される。
- ③ DNA リガーゼが二重らせんをほどく。
- ④ ほどかれた二重らせんの根もとに近いところからラギング鎖の合成が行われ、岡崎フラグメントと呼ばれる DNA 断片が合成される。
- ⑤ DNA の合成に使われるヌクレオチドには1つのリン酸基が付いており、これがはずれの際のエネルギーを利用して反応が進む。

4) 下線部ウ)の転写に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 転写によってつくられる RNA は DNA とは異なりリン酸をもたない。
- ② サンガーらにより転写の仕組みが明らかにされた。
- ③ 2本鎖 DNA のうち転写に使われる方の DNA 鎖は、意味のあるものとしてセンス鎖と呼ぶ。
- ④ 転写にはプライマーを必要としない。
- ⑤ RNA ポリメラーゼがプロモーターと呼ばれる DNA の領域に結合し、転写が開始される。

5) 下線部エ)の翻訳に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① タンパク質に含まれるアミノ酸を4種類の塩基の中から指定する並びのことを、トリプレットという。
- ② 塩基配列とアミノ酸との対応は、ニーレンバーグらの実験によって明らかとなった。
- ③ 翻訳はリソソーム中で行われる。
- ④ mRNA のコドンに tRNA のアンチコドンが相補的に結合することで、コドンに対応するアミノ酸がタンパク質合成に用いられる。
- ⑤ 真核生物では、DNA から mRNA の前駆体が合成され、スプライシングによってエクソンが取り除かれることで mRNA が完成する。

6) ある原核生物の mRNA の塩基配列が、5'-AUGCUAAAAGGCUAA-3'であったとする。

a. mRNA の 5' 末端側 (左側) から翻訳が行われ、タンパク質 (ペプチド) が合成された。下の表 1 を参考にして、このタンパク質 (ペプチド) のアミノ酸配列として最も適当なものを、次の①~⑤の中から 1 つ選べ。 11

- ① Met-Leu-Lys-Gly ② Leu-Lys-Gly ③ Met-Cys-Ala-Leu
 ④ Cys-Ala-Leu ⑤ Met-Leu

b. また、DNA の突然変異によって、mRNA の塩基配列が、5'-AUGCUAUAAGGCUAA-3'となった場合、この mRNA が翻訳されて得られるタンパク質 (ペプチド) のアミノ酸配列として最も適当なものを、下の表 1 を参考にして、次の①~⑤の中から 1 つ選べ。 12

- ① Met-Cys-Ala-Leu-Tyr-Ile ② Cys-Ala-Leu-Tyr-Ile
 ③ Met-Cys-Ala-Leu ④ Cys-Ala-Leu
 ⑤ Met-Leu

表 1 遺伝暗号表

		コドンの 2 番目の塩基								
		U	C	A	G					
コドンの 1 番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン (Phe)	UCU	セリン (Ser)	UAU	チロシン (Tyr)	UGU	システイン (Cys)	U
		UUC		UCC		UAC		UGC		C
		UUA	ロイシン (Leu)	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A
		UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン (Trp)	G
	C	CUU		CCU	プロリン (Pro)	CAU	ヒスチジン (His)	CGU		U
		CUC	ロイシン (Leu)	CCC		CAC		CGC	アルギニン (Arg)	C
		CUA		CCA		CAA	グルタミン (Gln)	CGA		A
		CUG		CCG		CAG		CGG		G
	A	AUU	イソロイシン (Ile)	ACU	トレオニン (Thr)	AAU	アスパラギン (Asn)	AGU	セリン (Ser)	U
		AUC		ACC		AAC		AGC		C
		AUA		ACA		AAA	リシン (リジン) (Lys)	AGA	アルギニン (Arg)	A
		AUG	開始コドン メチオニン (Met)	ACG		AAG		AGG		G
	G	GUU		GCU	アラニン (Ala)	GAU	アスパラギン酸 (Asp)	GGU		U
		GUC	バリン (Val)	GCC		GAC		GGC	グリシン (Gly)	C
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸 (Glu)	GGA		A
		GUG		GCG		GAG		GGG		G

(2) 遺伝子組換えに関する次の文章を読み、以下の問い1)～8)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

遺伝子組換えとは、ある生物からとった遺伝子の DNA の断片を、別の生物の DNA 中に
つなぎ込む技術である。このとき、ア) 制限酵素が目的の遺伝子を切り出すために使われ、
イ) 特定の塩基配列を認識し、その部分で DNA の鎖を切断する。また、別の酵素を用いること
で、ウ) 切断された DNA 鎖をつなぎあわせることもできる。このような技術を利用すると、ゲ
ノム中の エ) 目的の遺伝子を増やして調べることができる。また、オ) 大腸菌などの細胞の中
でヒトに有用なタンパク質をつくらせることもできる。

1) 下線部ア)の制限酵素に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ
選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 制限酵素は真核生物由来のものが多い。
- ② 異なる遺伝子の切り出しに、同じ制限酵素を用いた場合、その切り口の塩基配列は異なるため、相補的にはならないことが多い。
- ③ 同じ遺伝子の切り出しに、異なる制限酵素を用いた場合、その切り口の塩基配列は異なるため、相補的にはならないことが多い。
- ④ 制限酵素は DNA 中にある数個の塩基からなる特定の塩基配列を認識して切断する。
- ⑤ 制限酵素は1本鎖 DNA を切断する。

2) 下線部イ)に関して、制限酵素が認識するこの塩基配列は回文配列と呼ばれる。次の
DNA 塩基配列のうち回文配列となるものはどれか、最も適当なものを、次の①～⑤の中
から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① GAAAAG ② GAATTC ③ GGCGGC ④ GGCGCC ⑤ AAAA

3) 下線部イ)に関して、6塩基からなる DNA 塩基配列が、ある特定のものとなる確率と
して最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- ① $\frac{1}{64}$ ② $\frac{1}{1024}$ ③ $\frac{1}{2048}$ ④ $\frac{1}{4096}$ ⑤ $\frac{1}{8192}$

4) 下線部ウ)に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 18 , 19

- ① DNA ポリメラーゼを用いて DNA 鎖をつなぎ合わせる。
- ② DNA 鎖が相補的であれば、つなぎ合わせることができる。
- ③ つなぎ合わせた DNA の結合は不完全で、他の部分よりも再び切断されやすい。
- ④ つなぎ合わせた DNA は 2 本鎖 DNA となる。
- ⑤ 確実につなぎ合わせることができたかを確認するためには、電気泳動を用いればよい。

5) 下線部エ)に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 20 , 21

- ① 目的の遺伝子をプラスミドにつなぎ換え、大腸菌などに入れて増やすことができる。
- ② 目的の塩基配列をもつ DNA 断片を得る操作をコロニーという。
- ③ PCR 法では、大腸菌などの生物を用いることなく、試験管内で DNA 断片を増幅させることができる。
- ④ PCR 法では温度管理が重要であり、通常 37℃ 付近で DNA の複製が行われる。
- ⑤ DNA の分子の大きさを調べるために、アガロースゲルを用いて電気泳動が行われる。その際、大きな分子ほど移動距離が短くなる。

6) PCR 法では目的とする DNA を増幅させるためにプライマーを用いる。プライマーの塩基数が 20 であった場合、DNA 中の、ある特定の 20 塩基がプライマーの配列と一致する確率はどれくらいか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。ただし、計算を簡単にするために 2^{10} を 10^3 で近似して計算せよ。 22

- ① $\frac{1}{10^{12}}$ ② $\frac{1}{10^{14}}$ ③ $\frac{1}{10^{16}}$ ④ $\frac{1}{10^{18}}$ ⑤ $\frac{1}{10^{20}}$

7) ヒトゲノム DNA の塩基対数は約 30 億である。塩基数 20 のプライマーがヒトゲノム DNA のある部分の配列と一致する確率はどれくらいか。最も適当なものを、次の①～⑩の中から1つ選べ。ただし、計算を簡単にするために 2^{10} を 10^3 で近似して計算せよ。

23

- ① $\frac{3}{10^3}$ ② $\frac{6}{10^3}$ ③ $\frac{3}{10^6}$ ④ $\frac{6}{10^6}$ ⑤ $\frac{3}{10^8}$
⑥ $\frac{6}{10^8}$ ⑦ $\frac{3}{10^{10}}$ ⑧ $\frac{6}{10^{10}}$ ⑨ $\frac{3}{10^{12}}$ ⑩ $\frac{6}{10^{12}}$

8) 下線部オ)に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

24

 ,

25

- ① 大腸菌の細胞内に別の種の遺伝子が入り、その遺伝子が発現することを形質転換という。
- ② 目的とする遺伝子の発現を簡単に確認するために、GFPなどの蛍光を発するタンパク質が利用されている。
- ③ ヒトの遺伝子を大腸菌などに導入して有用なタンパク質を生産する試みを、ゲノムプロジェクトという。
- ④ 大腸菌にタンパク質をつくらせる際には、調節タンパク質やオペロンなどの転写調節機構は不要である。
- ⑤ 大腸菌などを用いてヒトに有用なタンパク質を大量生産することは可能であるが、まだ実用化されていない。

II (配点 75)

(1) 植物の環境応答に関する次の文章を読み、以下の問い1)～6)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

植物の種子は条件が整うと発芽する。被子植物の種子の発芽においては、一般的に温度と と の3条件が適切になることが必要である。しかし、これらの条件を満たしただけでは発芽せず、植物ホルモンや光の条件によって発芽の過程が制御されているものもある。イネやオオムギなどの種子では、植物ホルモンAが発芽を促進するのに対し、植物ホルモンBは発芽を抑制する。

植物では発芽後、頂芽が成長しているときには下部にある側芽の成長が抑制されることが多く、これを頂芽優勢という。これには、植物ホルモンCと植物ホルモンDが関与しており、ア)植物ホルモンCが植物ホルモンDの合成を抑制していると考えられている。

植物は、光合成をはじめると、二酸化炭素を気孔から取り込む。ところが、気孔が開いていると蒸散が起これ、 が失われてしまう。そのため、環境の変化に応じて気孔を開閉する必要がある。植物は、 不足になると植物ホルモンBをつくる。植物ホルモンBに反応して、孔辺細胞ではカリウムイオン等が細胞外へ排出され、 が低下する。その結果、孔辺細胞の が細胞外へ出て が低下し、気孔が閉じる。また、乾季と雨季がある気候で生育する植物のなかには、乾季に落葉するものがある。このとき、植物ホルモンBが植物ホルモンEの合成を促進して落葉を促すことが明らかとなっている。

1) 上の文章中の空欄 ～ に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>
①	酸素	水	膨圧	浸透圧
②	水	酸素	浸透圧	膨圧
③	酸素	水	浸透圧	膨圧
④	水	酸素	膨圧	浸透圧

2) 植物ホルモンA～Eとして最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選べ。

植物ホルモンA： ， 植物ホルモンB： ， 植物ホルモンC： ，
植物ホルモンD： ， 植物ホルモンE：

- ① サイトカイニン ② オーキシシン ③ アミロプラスト ④ エチレン
⑤ ジベレリン ⑥ ジャスモン酸 ⑦ フロリゲン ⑧ アブシシン酸

3) 栽培植物で、**植物ホルモンA**の合成量が少なくなるようにつくられた品種がある。その目的として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 32

- ① 低温耐性の獲得 ② 開花の促進 ③ 病害耐性の獲得 ④ 風害耐性の獲得

4) **植物ホルモンE**が関与する現象として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 33 , 34

- ① 果実の熟成促進 ② 葉の老化抑制 ③ 種子の休眠維持
④ 茎の伸長抑制と肥大促進 ⑤ 気孔の開閉

5) 下線部**ア**)について調べるため、以下の表1に記された4つの**実験W～Z**の処理を行い、それぞれについて、側芽の変化を記録した。

表1 頂芽と側芽の処理実験

	処理	結果：側芽の変化
実験W	頂芽を切除	①
実験X	頂芽を切除し、切断面に 植物ホルモンC を塗布	②
実験Y	頂芽を切除し、側芽に 植物ホルモンC を塗布	成長する
実験Z	頂芽を切除せず、側芽に 植物ホルモンD を塗布	③

a. **実験W**、**実験X**、**実験Z**において、側芽が**成長しない**結果となったものを、結果①～③の中から1つ選べ。 35

b. **実験W～Z**の結果をもとに、**植物ホルモンC**による**植物ホルモンD**の抑制が起こる植物体の部位として最も適当なものを、次の①～③の中から1つ選べ。 36

- ① 頂芽 ② 側芽 ③ 茎

6) 光発芽種子では、フィトクロムが光に対する発芽反応を制御している。光発芽種子に下の表2に示した順で波長 660 nm 付近の赤色光と波長 730 nm 付近の遠赤色光を短時間照射したのちに発芽率を調べた。さらに、光の波長と葉における日光の透過率の関係を調べたところ、下の図1のような結果が得られた。

表2 光処理と発芽率の関係

処理	発芽率 (%)
暗所	0
赤	98
赤 → 遠	52
赤 → 遠 → 赤	99
赤 → 遠 → 赤 → 遠	46
赤 → 遠 → 赤 → 遠 → 赤	100
赤 → 遠 → 赤 → 遠 → 赤 → 遠	53

(赤 = 赤色光, 遠 = 遠赤色光)

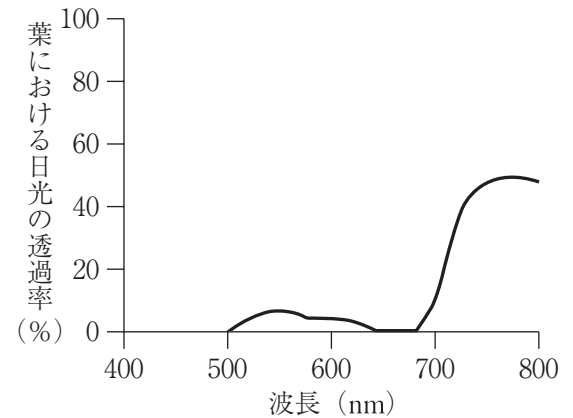


図1 葉における日光の透過率と波長の関係

フィトクロムは赤色光を吸収する赤色光吸収型と遠赤色光を吸収する遠赤色光吸収型の2つの型をとることが知られている。上の表2と図1の結果に関する説明として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 37

- ① 赤色光は葉でほとんど反射され透過しないため、光発芽種子を葉が生い茂った植物群落の地表面に置くと、赤色光吸収型のフィトクロムを蓄積し発芽率が低下する。
- ② 赤色光は葉で多くが吸収され透過しないため、光発芽種子を葉が生い茂った植物群落の地表面に置くと、赤色光吸収型のフィトクロムを蓄積し発芽率が低下する。
- ③ 赤色光は葉でほとんど反射され透過しないため、光発芽種子を葉が生い茂った植物群落の地表面に置くと、遠赤色光吸収型のフィトクロムを蓄積し発芽率が低下する。
- ④ 赤色光は葉で多くが吸収され透過しないため、光発芽種子を葉が生い茂った植物群落の地表面に置くと、遠赤色光吸収型のフィトクロムを蓄積し発芽率が低下する。

(2) 個体群に関する次の文章を読み、以下の問い1)～3)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

大阪市を流れる淀川沿いには、水がよどんだ池状の水域（ワンド）が点在している。ワンドは、流れの速い淀川本流では生息しにくいような魚類の生息場所や産卵場所として機能していたため、淀川の生物多様性保全に寄与してきたと考えられている。しかしながら、近年では、魚釣りを目的として導入された^ア外来生物のオオクチバスが増殖し、ワンドの^イ生態系を改変してしまった。そのため、外来生物を駆除し、在来種の魚を保護する取り組みが続けられている。

1) 下線部^ア)について、大阪市周辺の外来生物の例として誤っているものを、次の①～⑧の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- | | | |
|--------------|------------|--------|
| ① アレチウリ | ② オオハンゴンソウ | ③ イタドリ |
| ④ ボタンウキクサ | ⑤ ウシガエル | ⑥ ススキ |
| ⑦ セイタカアワダチソウ | ⑧ アライグマ | |

2) あるワンドに生息するオオクチバスの個体数を標識再捕法を用いて調べた。まず最初に、100個体を捕らえ、ひれの一部を着色してから再び元のワンドに放した（初回捕獲）。1週間後、同じワンドで50個体のオオクチバスを捕獲したところ、10個体にマークがついていた（再捕獲）。

a. 標識再捕法で正しい結果を得るために必要な条件として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 初回捕獲と再捕獲の間において、個体の死亡や出生が無視できるほど少ないこと。
- ② 調査する場所とその他の場所において、個体の出入りが無いこと。
- ③ 標識をつけることによって個体の行動や生存率が変わらないこと。
- ④ 再捕獲の際にできるだけ標識つきの個体を捕獲するようにすること。

b. このワンドに生息するオオクチバスの全個体数として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| ① 100 | ② 200 | ③ 250 | ④ 500 | ⑤ 1000 |
|-------|-------|-------|-------|--------|

- c. 初回捕獲と再捕獲の間に、淀川本流からこのワンドにオオクチバスが移入した場合、推定される個体数に関する説明として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

42

- ① 推定される個体数は増加する。
- ② 推定される個体数には影響がない。
- ③ 推定される個体数は減少する。
- ④ 淀川本流から移入したオオクチバスの数によって推定される個体数は増減する。

- d. 初回捕獲と再捕獲の調査の間に、このワンドから淀川本流へオオクチバスが移出した場合、どの時点の個体数を推定することになるのかについて最も適当なものを、次の

①～④の中から1つ選べ。

43

- ① 移出前の個体数を推定している。
- ② 移出後の個体数を推定している。
- ③ 移出前と移出後の中間の時期の個体数を推定している。
- ④ 淀川本流へ移出したオオクチバスの個体数を推定している。

3) 下線部イ)について、河川に有機物を大量に含む汚水が流入した場合の生態系の変化を、下の図2に示した。図2の曲線Aと曲線Bは、水中の酸素または NH_4^+ の量の変化を表したものであり、曲線Cと曲線Dは、水中のイトミミズまたは藻類の個体数変化を表したものである。水中の NH_4^+ の量と藻類の個体数を表す曲線として最も適当なものを、次の①～④の中からそれぞれ1つずつ選べ。

NH_4^+ : , 藻類 :

- ① A ② B ③ C ④ D

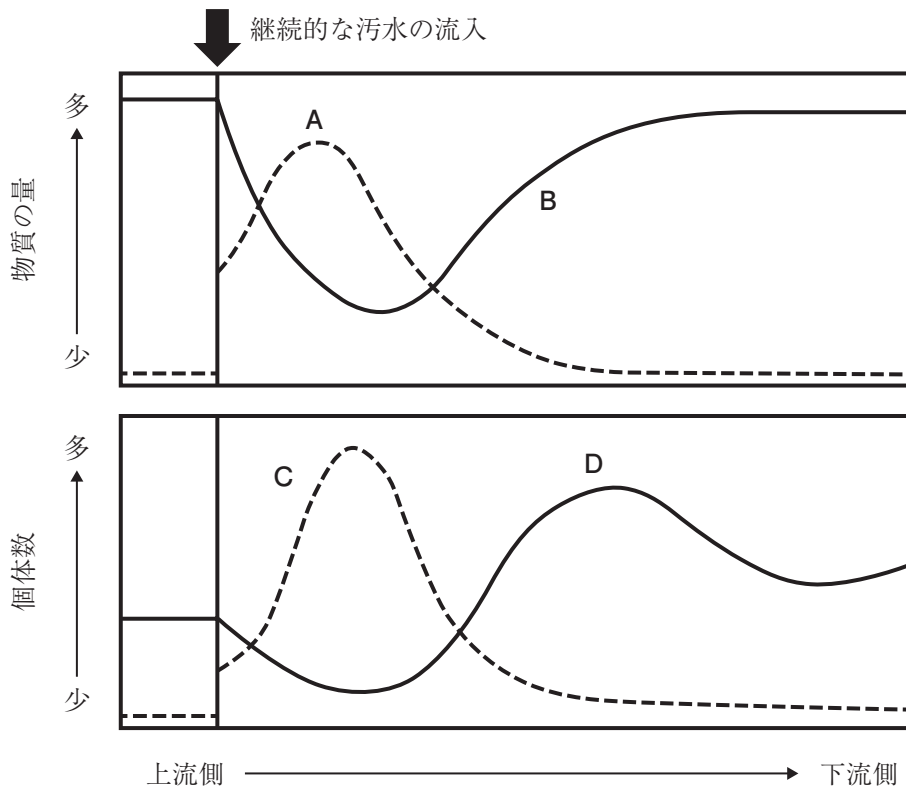


図2 汚水の流入にともなう河川の水質と生物相の変化

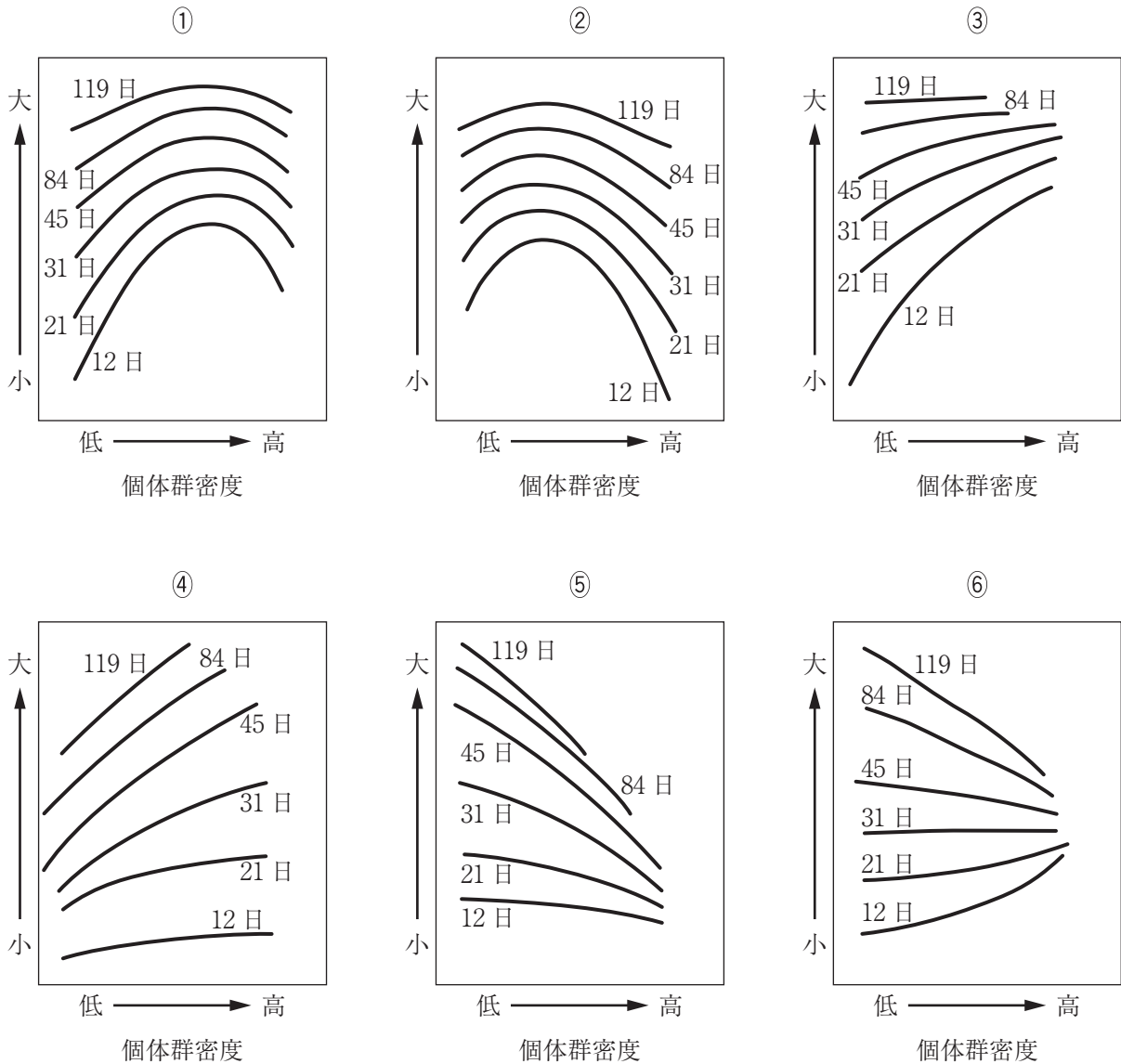
(3) 個体群内の相互作用に関する以下の問い1)～2)に答えよ。

[解答番号 46 ~ 50]

1) 植物個体群の相互作用について調べるため、ダイズを使用し実験した。一定面積の区画を複数用意し、異なる数の種子をまくことで、個体群密度が異なる区画をつくった。その後、区画内の個体の平均質量と、区画内の全個体の総質量の経日変化を調べた。個体群密度を変えたときの個体の平均質量と個体群の総質量の変化を表す図として最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ1つずつ選べ。なお、図中の数字は種子をまいてからの日数を示している。縦軸は個体の平均質量または個体群の総質量を示している。また、両軸とも対数目盛りで、一定の長さが一定の倍率に対応するよう目盛がとられている。

個体の平均質量の変化を示した図： 46 ,

個体群の総質量の変化を示した図： 47



2) 動物は個体群密度の変化に応じて行動を変えることが知られている。その一例としてアユの縄張り行動がある。ある河川の地点Xと地点Yにおいて、群れアユと縄張りアユの個体数の割合を調べたところ、下の表3の結果が得られた。また、下の図3は縄張りアユが縄張りをつくったときに得られる利益と、地点Xまたは地点Yにおいて縄張りを維持するために要する労力を表すグラフである。

表3 群れアユと縄張りアユの個体数の割合 (%)

	地点X	地点Y
群れアユ	60	90
縄張りアユ	40	10

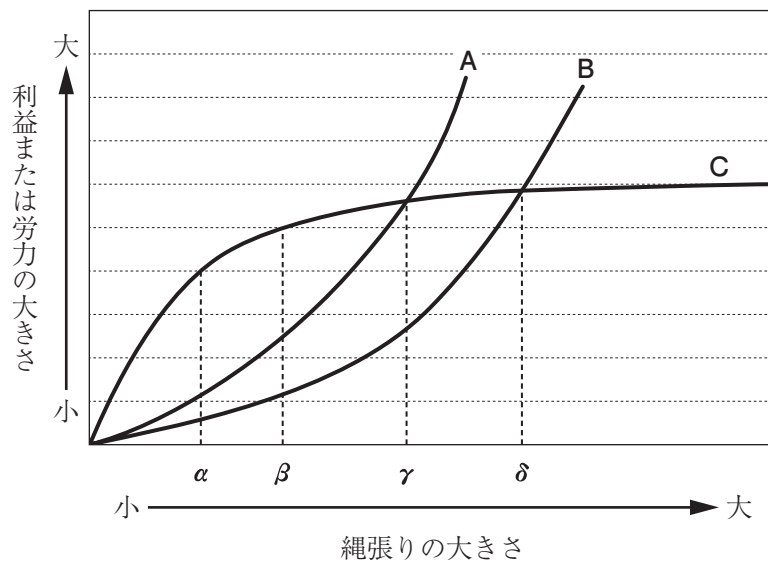


図3 縄張りの大きさと利益または労力の関係

a. 上の図3において、地点Yの縄張りアユが縄張りを維持するために要する労力の大きさを示す曲線として最も適当なものを、次の①～③の中から1つ選べ。 48

- ① A ② B ③ C

b. 上の図3において、地点Xの縄張りアユの最適な縄張りの大きさとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 49

- ① α ② β ③ γ ④ δ

c. 前頁の表3と図3をもとに、**地点X**と**地点Y**の個体群密度を比較した説明として最も
適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 50

- ① **地点Y**は**地点X**よりも個体群密度が低い。なぜなら、個体群密度が低いと縄張りをつくる労力が大きいので**縄張りアユ**の割合が低くなると予測されるからである。
- ② **地点X**は**地点Y**よりも個体群密度が高い。なぜなら、個体群密度が高いと縄張りをつくらなければ十分なえさが確保できないので**縄張りアユ**の割合が高くなると予測されるからである。
- ③ **地点X**は**地点Y**よりも個体群密度が低い。なぜなら、個体群密度が低いと縄張りをつくる労力が小さいので**縄張りアユ**の割合が高くなると予測されるからである。
- ④ **地点Y**は**地点X**よりも個体群密度が高い。なぜなら、個体群密度が高いと縄張りをつくらなくても十分なえさが確保できるので**縄張りアユ**の割合が低くなると予測されるからである。