

K 5 生 物

この冊子は、生物の問題で 1 ページより 30 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。
2 箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

(下書き用紙)

(下書き用紙)

1

次の問題(1), (2)に答えなさい。解答はそれぞれの指示に従って解答用マークシート上の所定欄にマークしなさい。(35 点)

- (1) DNA の複製と転写・翻訳に関する次の文章を読み、問題(a)～(e)に答えなさい。

二本鎖の核酸である DNA は DNA ポリメラーゼによって、半保存的に複製される。1958 年にメセルソンとスタールは、大腸菌を用いて DNA の複製様式を明らかにした。 ^{14}N よりも重い自然同位体として ^{15}N がある。彼らは、 ^{15}N からなる塩化アンモニウムを含む培地で大腸菌を培養した。次に、DNA の窒素がすべて ^{15}N に置き換わった大腸菌を、 ^{14}N からなる塩化アンモニウムを含む培地に移した。培地に移してから、大腸菌の細胞分裂が終わるごとに、大腸菌から DNA を取り出し、遠心分離により比重の異なる DNA の分子数の比を調べた。 1 回目の分裂後は、 ^{14}N でできた鎖と ^{15}N でできた鎖からなる DNA のみが検出され、2 回目の分裂後は ^{14}N でできた鎖と ^{15}N でできた鎖からなる DNA と ^{14}N のみを含む DNA が 1 : 1 の割合で検出された。

また、RNA は DNA を鋳型にして RNA ポリメラーゼによって転写される。mRNA の連続した 3 個の塩基配列であるコドンはアミノ酸を指定する。真核生物の細胞には核があるので、原核生物と真核生物には異なる転写と翻訳のメカニズムが存在する。

- (a) 下線部(i)のように、6 回目の分裂を終えた大腸菌の DNA の比を調べた。

^{14}N でできた鎖と ^{15}N でできた鎖からなる DNA、 ^{14}N のみを含む DNA の比を答えなさい。なお比は最小の整数比とする。また、十の位がない場合は、0 をマークしなさい。

^{14}N でできた鎖と ^{15}N でできた鎖からなる DNA : ^{14}N のみを含む DNA

= $\boxed{\text{(ア)}} \quad \boxed{\text{(イ)}} : \boxed{\text{(ウ)}} \quad \boxed{\text{(エ)}}$
 ↑ ↑ ↑ ↑
 十の位 一の位 十の位 一の位

- (b) 下線部(i)のように、大腸菌の DNA の比を調べ続けると、 ^{15}N を含む DNA の割合が全体の DNA の 0.1 % 以下になった。このとき、大腸菌は最低何回目の細胞分裂をした後か答えなさい。また、十の位がない場合は、0 をマークしなさい。

(オ)	(カ)	回目
↑	↑	
十の位	一の位	

- (c) 下線部(ii)に関して、真核生物の mRNA から翻訳されるタンパク質のアミノ酸数を調べた。 3×10^3 ヌクレオチドからなる mRNA から翻訳されたタンパク質のアミノ酸の個数は 330 個であった。この mRNA の何パーセント(%)の領域が翻訳に使われたか答えなさい。また、十の位がない場合は、0 をマークしなさい。

(キ)	(ク)	パーセント(%)
↑	↑	
十の位	一の位	

- (d) (c)の結果から、真核生物の mRNA は 100 % 翻訳に使用されないことがわかる。その理由として最も適切な答えの組み合わせを解答群 A から一つ選び、その番号をマークしなさい。

理由

- 1 DNA の転写開始点と mRNA の翻訳開始点は同一ではないから。
- 2 DNA の転写終結点と mRNA の翻訳終結点は同一ではないから。
- 3 プロモーターと転写開始点が離れているから。
- 4 イントロンがあるから。
- 5 RNA ポリメラーゼは 3 種類あるから。

解答群 A

00	1, 2	01	1, 3	02	1, 4	03	1, 5	04	2, 3
05	2, 4	06	2, 5	07	3, 4	08	3, 5	09	4, 5
10	1, 2, 3			11	1, 2, 4			12	1, 2, 5
13	2, 3, 4			14	2, 3, 5			15	3, 4, 5

- (e) 下線部(iii)に関して、核内において起きる現象をすべて含む組み合わせを解答群Bから一つ選び、その番号をマークしなさい。

現象

- 1 RNA ポリメラーゼによる mRNA 合成
- 2 RNA ポリメラーゼによる rRNA 合成
- 3 基本転写因子のプロモーターへの結合
- 4 アミノ酸を結合した tRNA の mRNA への結合
- 5 rRNA とタンパク質からなるリボソームによるタンパク質合成

解答群B

- | | | | | | | | | | |
|----|------------|----|---------------|----|------------|----|------|----|------|
| 00 | 1, 2 | 01 | 1, 3 | 02 | 1, 4 | 03 | 1, 5 | 04 | 2, 3 |
| 05 | 2, 4 | 06 | 2, 5 | 07 | 3, 4 | 08 | 3, 5 | 09 | 4, 5 |
| 10 | 1, 2, 3 | 11 | 1, 2, 4 | 12 | 1, 2, 5 | | | | |
| 13 | 2, 3, 4 | 14 | 2, 3, 5 | 15 | 3, 4, 5 | | | | |
| 16 | 1, 2, 3, 4 | 17 | 1, 2, 3, 5 | 18 | 1, 3, 4, 5 | | | | |
| 19 | 2, 3, 4, 5 | 20 | 1, 2, 3, 4, 5 | | | | | | |

- (2) ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)法や遺伝病に関する次の文章を読み、問題(a)～(h)に答えなさい。なお計算では、 4^5 は 1×10^3 に近似するものとする。

PCR 法は、わずかな DNA から同じ DNA を大量に増幅できる方法である。
PCR 法の 1 サイクルの流れは以下ようになる。

- ① DNA、増幅させる DNA の各末端とそれぞれ相補的に結合する 2 種類の 1 本鎖 DNA (プライマー)、耐熱性 DNA ポリメラーゼ、4 種類のヌクレオシド三リン酸の混合液を約 95°C に加熱する。⁽ⁱ⁾
- ② 混合液を約 60°C に冷却する。
- ③ 混合液を約 72°C に加熱する。

このサイクルを 30 回ほど繰り返すと、プライマーに挟まれた領域の DNA が⁽ⁱⁱ⁾
大量に増幅される。なお、PCR 反応ではどのサイクルでも DNA の複製が完全に進行するものとする。

- (a) ①～③で進行する反応をそれぞれ解答群 C から一つ選び、その番号をマークしなさい。

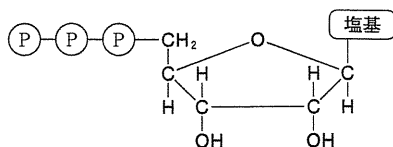
解答群 C

- 0 1 本鎖 DNA の複製する領域の 5' 末端にプライマーが結合する。
- 1 1 本鎖 DNA の複製する領域の 3' 末端にプライマーが結合する。
- 2 DNA ポリメラーゼにより DNA 鎖が伸長され、2 本鎖 DNA を生じる。
- 3 DNA ポリメラーゼにより複数の短いヌクレオチド鎖が断続的に複製される。
- 4 2 本鎖 DNA を形成する相補的な塩基同士の水素結合が切れて、2 本の 1 本鎖 DNA が生じる。
- 5 2 本鎖 DNA を形成する相補的な塩基同士の共有結合が切れて、2 本の 1 本鎖 DNA が生じる。

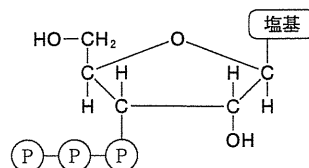
(b) 下線部(i)のヌクレオシド三リン酸の構造で、デオキシリボースを含んだ構造を表す模式図として、最も適切なものを解答群Dから一つ選び、その番号をマークしなさい。解答群Dの図中のⓅはリン酸を模式的に示している。

解答群D

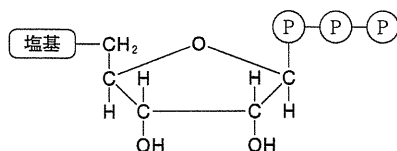
0



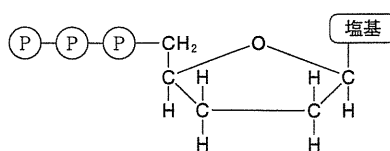
1



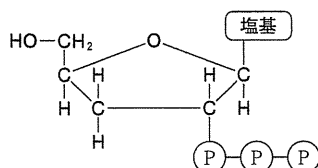
2



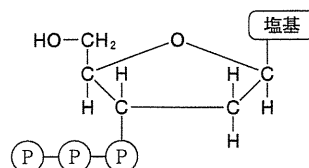
3



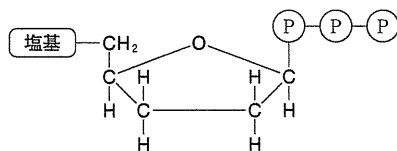
4



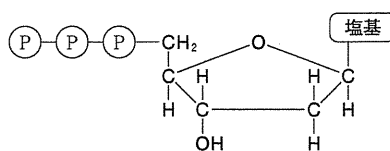
5



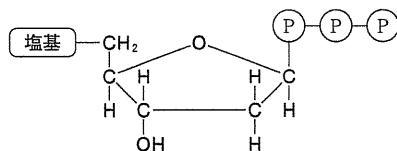
6



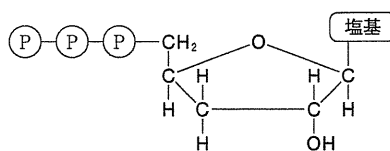
7



8



9



- (c) 下線部(ii)に関して、500 塩基からなる DNA に対して PCR 法のサイクルを 30 回繰り返し、 1×10^{-6} g の DNA を得たい。理論上必要とする鋳型 DNA の質量は最低何グラム(g)になるか。次の に当てはまる数字をマークしなさい。また、十の位がない場合は、0 をマークしなさい。

マイナス 十の位 一の位
 ↓ ↓ ↓
 $1 \times 10^{-}$ グラム(g)

- (d) PCR 法は単に DNA を増幅するだけでなく、DNA 鑑定や病気の診断にも利用されている。その一つに、ゲノム内の同じ配列が繰り返し現れる部分（反復配列）を調べるものがある。反復配列はゲノム中に複数存在し、各反復配列中の塩基配列の反復回数には多様性がある。

ヒトのゲノム DNA を鋳型にして、ある反復配列を PCR 法により増幅する実験を計画した。ゲノム上の特定の 1 か所だけに結合するプライマーを設計し、プライマーの塩基配列と完全に一致する塩基配列が、標的とする領域以外には出現しないようにしたい。そのために必要なプライマーの塩基数は最低何塩基になるか。次の に当てはまる数字をマークしなさい。なお、ヒトのゲノムは 30 億塩基対(60 億塩基)とし、4 種類の各塩基はゲノム中に同じ確率で存在するものとする。また、百の位や十の位がない場合は、0 をマークしなさい。

 塩基
 ↑ ↑ ↑
 百の位 十の位 一の位

(e) ある遺伝病は遺伝子 X 内の反復配列が異常伸長する変異が原因である。

反復配列は CAG の 3 塩基が繰り返しており、繰り返し数が多く、配列が長くなると病気を発症することが知られている。図 1 に示す患者の DNA に対して、反復配列をはさむプライマーを用いて PCR 法で増幅した。増幅した DNA をゲル電気泳動にかけたときに予想される結果とその考察として最も適切な記述を解答群 E から一つ選び、その番号をマークしなさい。

5' -ATGAAGGCCTTCGAGTCCCT---反復配列---GCTGCACCGACCGTGAGTTT-3'

図 1

解答群 E

- 0 DNA はプラスに荷電しているので、電圧をかけるとマイナス極の方向に移動する。健常人の DNA と比較し、患者の長い DNA はゲルの中を速く移動する。
- 1 DNA はマイナスに荷電しているので、電圧をかけるとプラス極の方向に移動する。健常人の DNA と比較し、患者の長い DNA はゲルの中を速く移動する。
- 2 DNA はプラスに荷電しているので、電圧をかけるとマイナス極の方向に移動する。健常人の DNA と比較し、患者の長い DNA はゲルの中をゆっくり移動する。
- 3 DNA はマイナスに荷電しているので、電圧をかけるとプラス極の方向に移動する。健常人の DNA と比較し、患者の長い DNA はゲルの中をゆっくり移動する。
- 4 DNA はプラスにもマイナスにも荷電していないので、電圧をかけても移動しない。

(f) この遺伝病のある患者と健常人のタンパク質 X を比較したところ、患者のタンパク質 X には、CAG の繰り返し数に相当する長さのポリグルタミン鎖（グルタミンが長く連続するペプチド）が含まれていた。このポリグルタミン鎖は β シート構造をとり、ポリグルタミン鎖同士が β シート構造部分で相互作用しやすい性質をもつ。そのため、患者のタンパク質 X は凝集しやすく、水に溶けにくい構造へと変化する。しかしながら、シャペロンのはたらきによりタンパク質 X の凝集が妨げられる。次の文章 a ~ j の中から、適切な記述をすべて含んだものを解答群 F から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- a 反復配列は遺伝子内のイントロンに存在する。
- b 反復配列は遺伝子内のエキソンに存在する。
- c 患者のタンパク質 X の一次構造と三次構造は、健常人と同じである。
- d 患者のタンパク質 X の一次構造は健常人と同じであるが、三次構造は健常人と異なる。
- e 患者のタンパク質 X の一次構造は健常人と異なるが、三次構造は健常人と同じである。
- f 患者のタンパク質 X の一次構造と三次構造は健常人と異なる。
- g β シート構造は、ポリペプチド間の S-S(ジスルフィド)結合により安定化されている。
- h β シート構造は、ポリペプチド間の水素結合により安定化されている。
- i シャペロンのはたらきによってタンパク質 X の一次構造が変化する。
- j シャペロンのはたらきによってタンパク質 X の三次構造が変化する。

解答群 F

00 a, c, g, i	01 a, c, g, j	02 a, c, h, i
03 a, d, h, j	04 a, d, g, i	05 a, d, g, j
06 a, e, h, i	07 a, e, h, j	08 a, e, g, i
09 a, f, g, j	10 a, f, h, i	11 a, f, h, j
12 b, c, g, i	13 b, c, g, j	14 b, c, h, i
15 b, d, h, j	16 b, d, g, i	17 b, d, g, j
18 b, e, h, i	19 b, e, h, j	20 b, e, g, i
21 b, f, g, j	22 b, f, h, i	23 b, f, h, j

- (g) この遺伝病に関して、ある家系を調べたところ、図2の結果が得られた。遺伝病ではない女性と男性はそれぞれ○と□、遺伝病の女性と男性は●と■で表している。この遺伝病の遺伝の形式は以下のどれに該当すると考えられるか。最も適切な記述を解答群Gから一つ選び、その番号をマークしなさい。ただし、遺伝はメンデルの遺伝の法則にしたがうとし、突然変異は起こらないものとする。

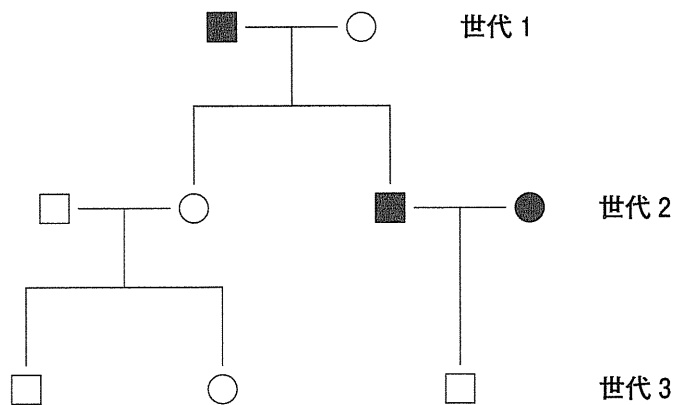


図2

解答群G

- 0 この遺伝病の原因遺伝子は常染色体上にあり、正常遺伝子に対して優性である。
- 1 この遺伝病の原因遺伝子は常染色体上にあり、正常遺伝子に対して劣性である。
- 2 この遺伝病の原因遺伝子はX染色体上にあり、正常遺伝子に対して優性である。
- 3 この遺伝病の原因遺伝子はX染色体上にあり、正常遺伝子に対して劣性である。
- 4 この遺伝病の原因遺伝子はY染色体上にある。

(h) この遺伝病の原因遺伝子は致死遺伝子で，ホモ接合体になるとその個体は発生の初期で死んでしまう。また，この遺伝病の 50 歳での発症率は 50 % である。原因遺伝子をもつ男性ともたない女性との子供が 50 歳で発症していない場合，この発症していない 50 歳の人が原因遺伝子をもつ確率は何パーセント(%)になるか。小数第一位を四捨五入して，次の に当てはまる数字をマークしなさい。また，百の位や十の位がない場合は，0 をマークしなさい。

(カ)	(キ)	(ク)	パーセント(%)
↑	↑	↑	
百の位	十の位	一の位	

2 次の問題(1), (2)に答えなさい。解答はそれぞれの指示に従って解答用マークシート²の所定欄にマークしなさい。(35 点)

(1) 解糖系に関する次の文章を読み、問題(a)～(h)に答えなさい。

解糖系は、生物が有機物からエネルギーを獲得するために必要な代謝経路の一つである。代表的な有機物であるグルコースは炭素数が **(ア)** のピルビン酸にまで変換される。この解糖系では、グルコース 1 分子あたり **(イ)** 分子の二酸化炭素が生成し、差し引き **(ウ)** 分子の ATP が生成する。

代表的な酵母である *Saccharomyces cerevisiae* は、グルコースからピルビン酸を経てエタノール⁽ⁱ⁾を生成する性質を有する。ピルビン酸はある化合物に変換され、その後エタノールに変換される。このピルビン酸からエタノール⁽ⁱⁱ⁾を生成する過程で、解糖系の反応に必要な補酵素⁽ⁱⁱⁱ⁾を生成する。酵母は、ビール等のアルコール飲料の製造だけでなく、バイオエタノール燃料の製造にも利用されている。バイオエタノール燃料の製造では、原料としてバイオマスのデンプンやセルロースが用いられる。しかし、多くの酵母はこれらの高分子化合物を分解することができない。その分解に酵素が利用され、デンプンの分解には **(エ)** を、セルロースの分解には **(オ)** を用いることができる。

- (a) 空欄

(ア)

 にあてはまる最も適切な数字をマークしなさい。
- (b) 空欄

(イ)

 ,

(ウ)

 にあてはまる最も適切な数字をそれぞれマークしなさい。ただし、生成しない場合は 0 をマークしなさい。
- (c) 下線部(i)に関して、この生物について最も適切な説明を解答群 A から一つ選び、その番号をマークしなさい。

解答群 A

- 0 属名は *cerevisiae* である。
 - 1 細菌である。
 - 2 多細胞生物である。
 - 3 ミトコンドリアを有する。
 - 4 独立栄養生物である。
- (d) 下線部(ii)に関して、この過程について最も適切な説明を解答群 B から一つ選び、その番号をマークしなさい。

解答群 B

- 0 この過程で水を生成する。
- 1 この過程でホルムアルデヒドを生成する。
- 2 この過程はコエンザイム A を必要とする。
- 3 この過程は酸素を必要とする。
- 4 この過程は脱炭酸酵素により触媒される。
- 5 この過程は脱水素酵素により触媒される。

- (e) 下線部(iii)に関して、この過程について最も適切な説明を解答群Cから一つ選び、その番号をマークしなさい。

解答群C

- 0 NADH が電子を受け取り、 NAD^+ が生成する。
- 1 NADH が電子を放出し、 NAD^+ が生成する。
- 2 NADPH が電子を受け取り、 NADP^+ が生成する。
- 3 NADPH が電子を放出し、 NADP^+ が生成する。
- 4 NAD^+ が電子を受け取り、NADH が生成する。
- 5 NAD^+ が電子を放出し、NADH が生成する。
- 6 NADP^+ が電子を受け取り、NADPH が生成する。
- 7 NADP^+ が電子を放出し、NADPH が生成する。

- (f) 空欄 , にあてはまる最も適切な語句を解答群Dから一つ選び、その番号をそれぞれマークしなさい。

解答群D

- | | | |
|----------|---------|-------------|
| 0 カタラーゼ | 1 トリプシン | 2 グルタミン合成酵素 |
| 3 制限酵素 | 4 ルビスコ | 5 セルラーゼ |
| 6 テロメラーゼ | 7 アミラーゼ | 8 ATP 合成酵素 |

- (g) グルコースを炭素源として酵母を培養したときに、酸素 64 mg を吸収し、二酸化炭素 220 mg を放出したとすると、この過程で生成したエタノールは何 mg になるか。最も適切なものを解答群 E から一つ選び、その番号をマークしなさい。ただし、グルコース、酸素、二酸化炭素、水、エタノールの分子量はそれぞれ 180, 32, 44, 18, 46 とする。また、中間代謝産物は蓄積していないものとする。

解答群 E

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 0 68 mg | 1 118 mg | 2 138 mg |
| 3 158 mg | 4 178 mg | 5 208 mg |
| 6 228 mg | 7 278 mg | 8 458 mg |

- (h) デンプン 2430 g を酵素を用いた加水分解によりグルコースに変換し、このうちの 10 % のグルコースが酵母によりエタノールに変換されたとすると、生成したエタノールは何 g になるか。最も適切なものを解答群 F から一つ選び、その番号をマークしなさい。ただし、グルコース、酸素、二酸化炭素、水、エタノールの分子量はそれぞれ 180, 32, 44, 18, 46 とする。また、デンプン中のグルコースの平均分子量は 162 であること、デンプン中のグルコース 1 分子あたり水 1 分子が付加すること、およびデンプンはすべてグルコースに変換することを仮定して計算せよ。

解答群 F

- | | | |
|---------|---------|---------|
| 0 28 g | 1 34 g | 2 60 g |
| 3 64 g | 4 68 g | 5 124 g |
| 6 138 g | 7 243 g | 8 486 g |

- (2) カルビン・ベンソン回路に関する次の文章を読み、問題(a)～(c)に答えなさい。

カルビンとベンソンは緑藻のクロレラに放射性同位体である ^{14}C を使用した二酸化炭素 $^{14}\text{CO}_2$ を取り込ませた。光照射した一定時間後に、クロレラを回収し、 $^{14}\text{CO}_2$ が取り込まれた物質を同定することで、カルビン・ベンソン回路を明らかにした。 $^{14}\text{CO}_2$ はリブローズ二リン酸(リブローズ 1,5-ビスリン酸, リブローズビスリン酸, RuBP)に取り込まれ、ホスホグリセリン酸(PGA)になることがわかった。光を照射している状態でクロレラを時間経過ごとに回収し、PGA の濃度を測定すると、図 1 の結果であった。

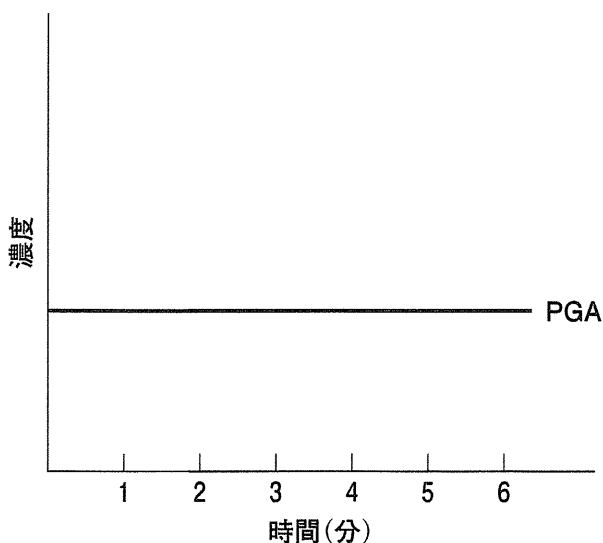


図 1 光照射中の PGA の濃度変化

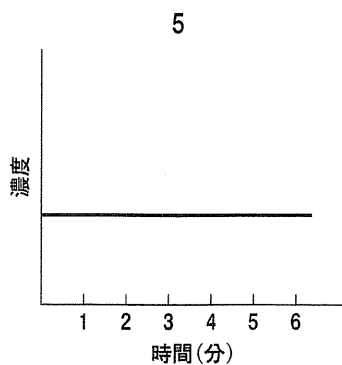
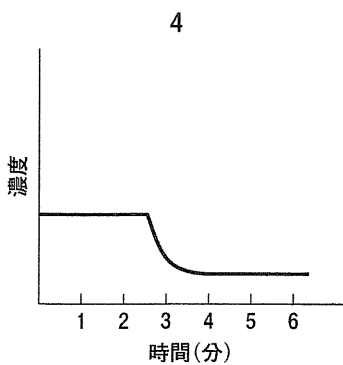
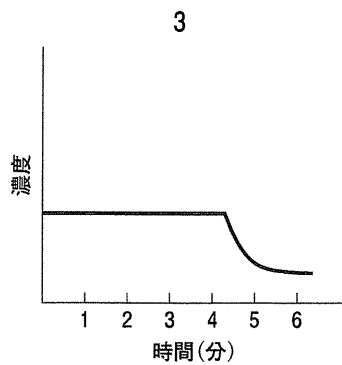
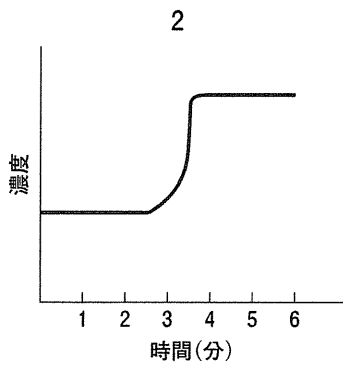
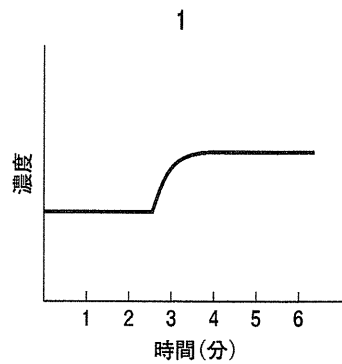
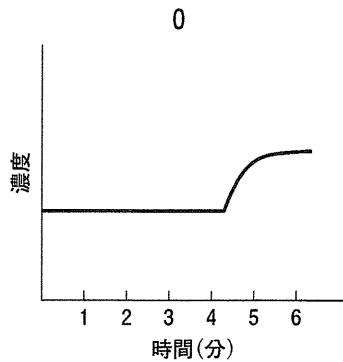
- (a) カルビン・ベンソン回路について述べた次の文章のうち、誤りを含む文章を解答群Gから一つ選び、その番号をマークしなさい。

解答群G

- 0 取り込まれた CO_2 はリブローズ二リン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ(ルビスコ)という酵素のはたらきによって RuBP に取り込まれる。
- 1 PGA は ATP のエネルギーと NADPH による還元作用によって、グリセルアルデヒドリン酸(グリセルアルデヒド 3-リン酸, GAP)になる。
- 2 C_4 植物の維管束鞘細胞では、別の経路で CO_2 が固定されるため、カルビン・ベンソン回路ははたらかない。
- 3 RuBP は炭素を五つもつ C_5 化合物であり、PGA は炭素を三つもつ C_3 化合物である。
- 4 植物に光が照射されている時、カルビン・ベンソン回路ははたらく。

- (b) 初めから 2.5 分後に, $^{14}\text{CO}_2$ を含むすべての CO_2 の供給を遮断し, クロレラの PGA の濃度を測定した。この時, クロレラの PGA の濃度変化として最も適切なグラフを解答群 H から一つ選び, その番号をマークしなさい。

解答群 H



(c) 光照射して2.5分後に、光照射を止めて暗黒にして、クロレラの $^{14}\text{CO}_2$ の吸収量の変化を測定した(図2)。別の実験として、初めから $^{14}\text{CO}_2$ を含むすべての CO_2 の供給を止めて光照射を2.5分間行った後、 $^{14}\text{CO}_2$ を含む CO_2 の供給を開始すると同時に光照射を止めて暗黒にした。この時、クロレラの $^{14}\text{CO}_2$ の吸収量の変化として最も適切なグラフを解答群Ⅰから一つ選び、その番号をマークしなさい。

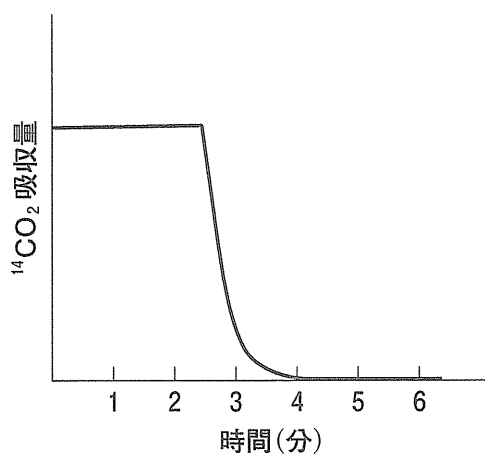
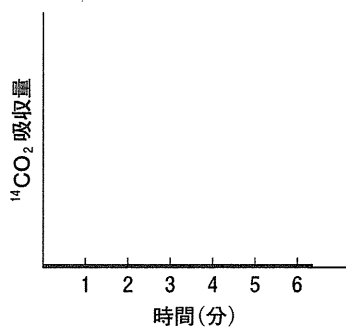


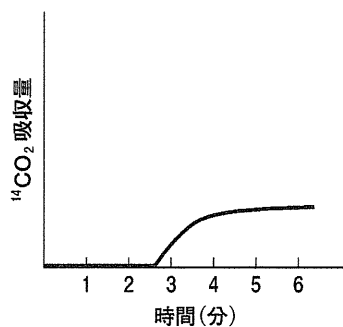
図2 $^{14}\text{CO}_2$ の吸収量の変化

解答群 I

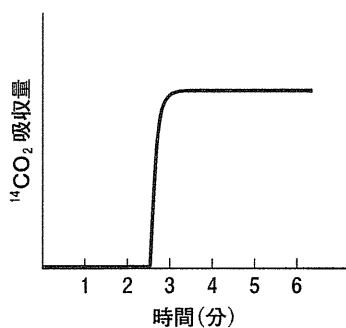
0



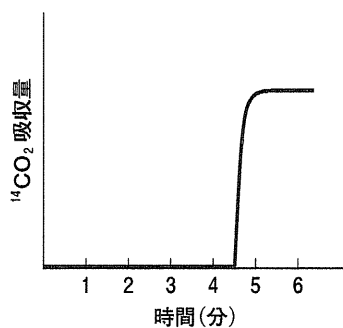
1



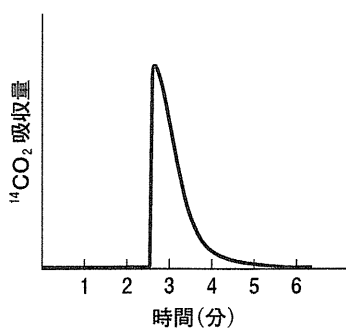
2



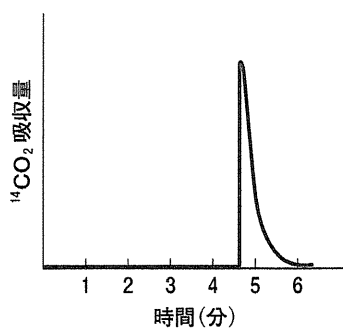
3



4



5



- 3** 次の問題(1), (2)に答えなさい。解答はそれぞれの指示に従って**解答用マークシート**の所定欄にマークしなさい。(30点)

(1) ある地域における単為生殖をしないナメクジの生態を調査し、制御された環境下で生育実験を行った。ある地域のナメクジを標識再捕法により 132 匹捕獲した。それぞれの個体に消えないような標識をした後、同じ場所に放した。一定期間後に、同じ場所で 84 匹捕獲したところ、標識されたナメクジが 3 匹いた。なお、この生育条件ではナメクジの繁殖力に個体差がなく突然変異が起らないものとする。問題(a)~(f)に答えなさい。

- (a) この結果から、この地域に生息するナメクジ全体の個体数を推測したい。そのための**前提条件**として、不適切な文章を含むものの組み合わせとして正しいものを**解答群 A**から一つ選び、その番号をマークしなさい。

前提条件

- ① 標識をつける個体は無作為に選択すること。
- ② 標識をつけられた個体と標識をつけられていない個体で行動が変わらないこと。
- ③ 最初の捕獲と二度目の捕獲では捕獲場所や時間を変えること。
- ④ 調査期間中は、調査地域以外から、対象とする種の移入や移出が起きないこと。

解答群 A

- | | | | |
|------------|------------|------------|---------|
| 00 ① | 01 ② | 02 ③ | 03 ④ |
| 04 ①, ② | 05 ①, ③ | 06 ①, ④ | 07 ②, ③ |
| 08 ②, ④ | 09 ③, ④ | 10 ①, ②, ③ | |
| 11 ①, ②, ④ | 12 ①, ③, ④ | 13 ②, ③, ④ | |

- (b) この地域の名メクジは全体で何匹いると推定されるか，次の(ア)～(エ)にあてはまる数字をマークしなさい。なお，解答が小数第一位を含む場合，小数第一位を四捨五入しなさい。空欄がある位には 0 をマークしなさい。

$$\text{推定される個体数} = \boxed{\text{(ア)}} \quad \boxed{\text{(イ)}} \quad \boxed{\text{(ウ)}} \quad \boxed{\text{(エ)}}$$

$\uparrow$ 千の位 $\uparrow$ 百の位 $\uparrow$ 十の位 $\uparrow$ 一の位

- (c) 下線部にある，一定期間あける理由として最も適切なものを解答群 B から一つ選び，その番号をマークしなさい。

解答群 B

- 0 捕獲時の気象条件を同一にするため。
- 1 個体間の自由交配に十分な時間を確保するため。
- 2 個体が移動し，十分混ざりあう期間を確保するため。
- 3 捕獲者による偏りをなくするため。
- 4 標識を個体になじませる期間を確保するため。

- (d) 捕獲した 84 匹の名メクジにはオレンジ色の個体と黄色の個体が観察された。この名メクジの体表色は優性遺伝子 A と劣性遺伝子 a が支配しており，劣性のホモ接合体の場合にのみオレンジ色になる。84 匹中，オレンジ色の個体数が 4 匹だった。このときの，遺伝子 A の遺伝子頻度を計算し，次の(オ)～(キ)にあてはまる数字をマークしなさい。 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\sqrt{7} = 2.65$ として計算し，解答が小数第三位を含む場合には，小数第三位を四捨五入し，小数第二位までの数字をマークしなさい。空欄がある位には 0 をマークしなさい。なお，この生育条件では名メクジの繁殖力に個体差がなく突然変異が起こらないものとする。

$$\text{遺伝子 } A \text{ の遺伝子頻度} = \boxed{\text{(オ)}} \cdot \boxed{\text{(カ)}} \quad \boxed{\text{(キ)}}$$

$\uparrow$ 一の位 $\uparrow$ 小数第一位 $\uparrow$ 小数第二位

- (e) この黄色のナメクジのみを制御された生育環境下で自由交配させたところ、2世代目のF1ではオレンジ色のナメクジが現れた。このF1世代から黄色のナメクジのみを自由交配させたF2世代でも、オレンジ色のナメクジが現れた。 a の遺伝子頻度を0.01以下にするためには、黄色のナメクジのみを最低何世代以上自由交配させる必要があるか計算し、(ク)～(コ)にあてはまる数字をマークしなさい。なお、空欄がある位には0をマークしなさい。

最低でも、

(ク)

(ケ)

(コ)

 世代以上

↑
百の位
↑
十の位
↑
一の位

- (f) 今回捕獲した 84 匹と同時に同種の黄色のナメクジを 6 匹捕獲した。制御された生育環境下で、この 6 匹を 6 世代自由交配させたところ、84 匹の黄色のナメクジを自由交配させたときと比べてオレンジ色のナメクジがはるかに多くなった。その理由として、適切な文章をすべて含むものを解答群 C から一つ選び、その番号をマークしなさい。

理由

- ① 個体数が少ないため、生育環境の違いが自然選択(自然淘汰)を促した。
- ② 個体数が少ないため、たまたま遺伝子 a の頻度に偏りがあった。
- ③ 個体数が少ないため、餌を得るための競争頻度が高かった。
- ④ 個体数が少ないため、遺伝子プールの構成が異なっていた。
- ⑤ 個体数が少ないため、適応進化した。

解答群 C

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------|
| 00 ① | 01 ② | 02 ③ | 03 ④ |
| 04 ⑤ | 05 ①, ② | 06 ①, ③ | 07 ①, ④ |
| 08 ①, ⑤ | 09 ②, ③ | 10 ②, ④ | 11 ②, ⑤ |
| 12 ③, ④ | 13 ③, ⑤ | 14 ④, ⑤ | |
| 15 ①, ②, ③ | 16 ①, ②, ④ | 17 ①, ②, ⑤ | |
| 18 ①, ③, ④ | 19 ①, ③, ⑤ | 20 ①, ④, ⑤ | |
| 21 ②, ③, ④ | 22 ②, ③, ⑤ | 23 ②, ④, ⑤ | |
| 24 ③, ④, ⑤ | 25 ①, ②, ③, ④ | 26 ①, ②, ③, ⑤ | |
| 27 ①, ②, ④, ⑤ | 28 ①, ③, ④, ⑤ | 29 ②, ③, ④, ⑤ | |
| 30 すべて適切 | | | |

- (2) (1)と同じ地域において、(1)で調査したナメクジを好んで食べる鳥の生息を調査した。問題(a)～(d)に答えなさい。

この鳥は群れを作り、群れ同士が縄張りを形成することがわかった。群れを作ることで外敵から身を守るための時間を減らせるが、群れの中での休息場所や食物の奪い合いなど種内競争が増加する。この鳥の行動時間は、種内の個体同士の争い、外敵から身を守るための行動、および摂食行動に分けられた。個体同士の争いおよび外敵から身を守るための行動時間は図1のような関係が見られた。なお、この鳥の行動時間は個体同士の争い、外敵から身を守る行動、摂食行動時間のみからなる。

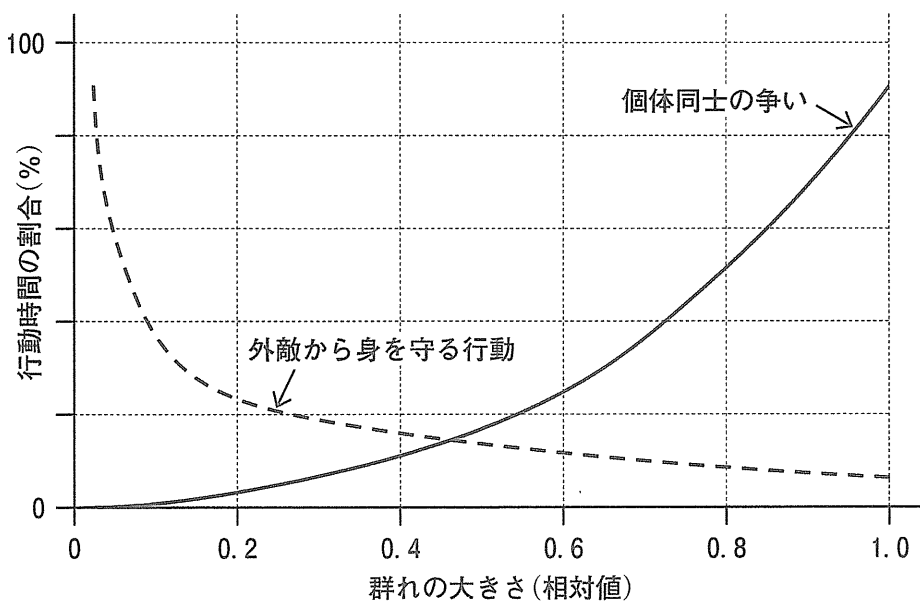
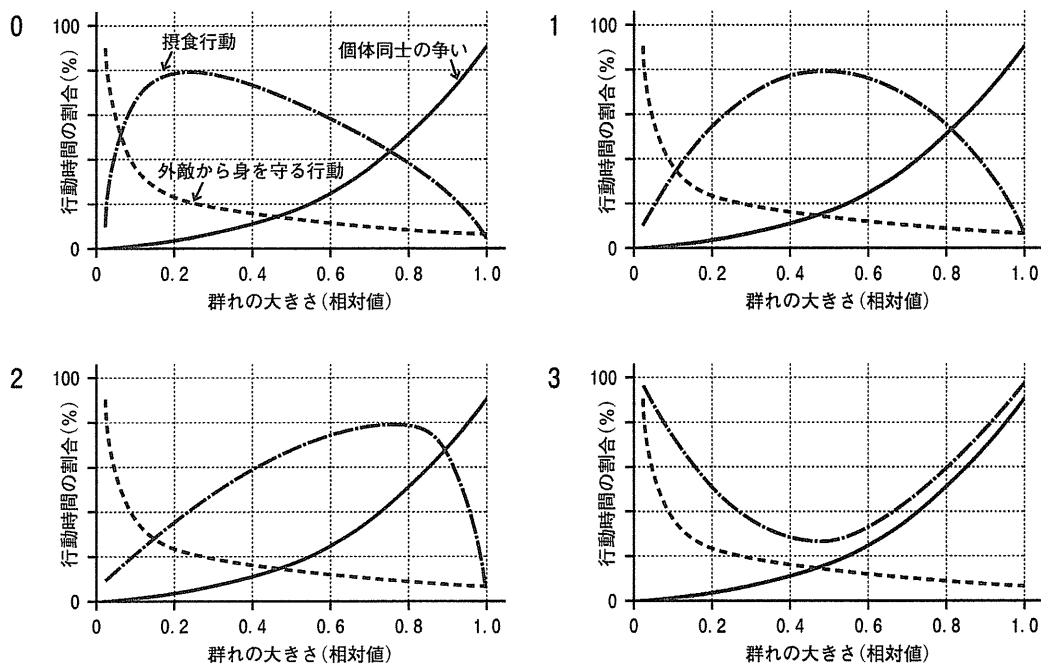


図1

- (a) この鳥における、摂食行動時間を追加したグラフとして最も適切なものを解答群Dから一つ選び、その番号をマークしなさい。

解答群D



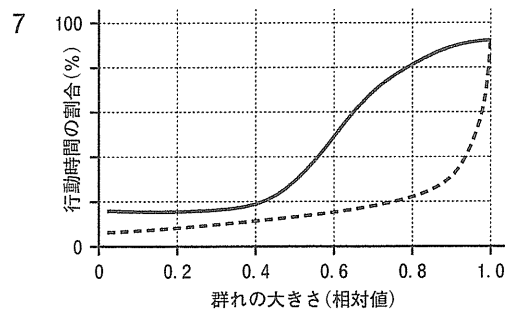
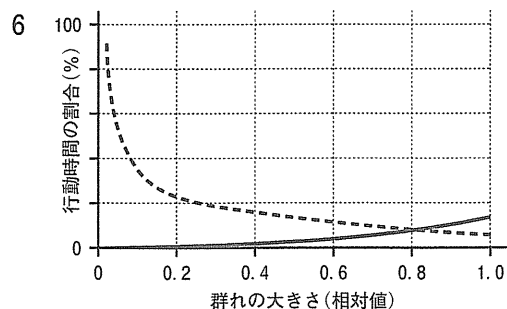
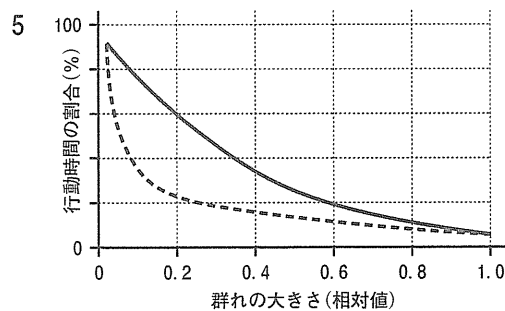
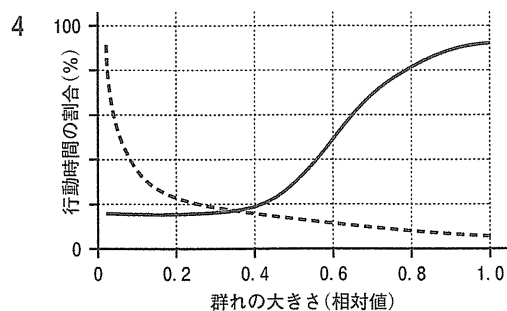
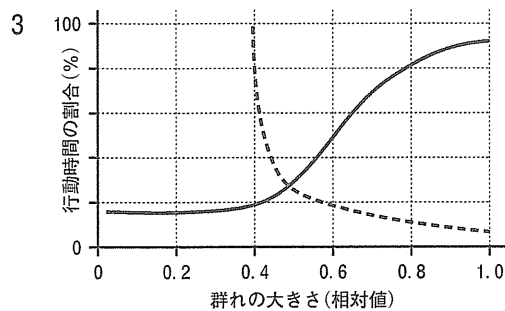
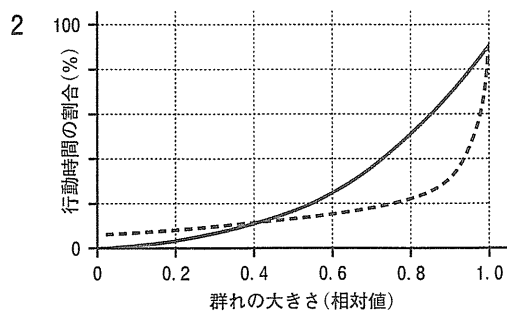
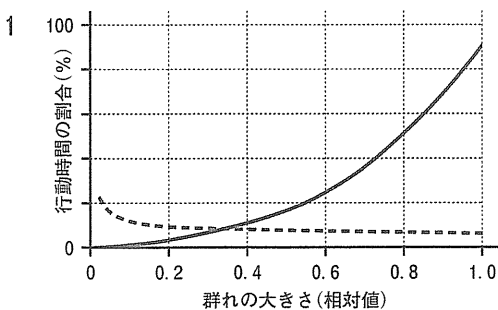
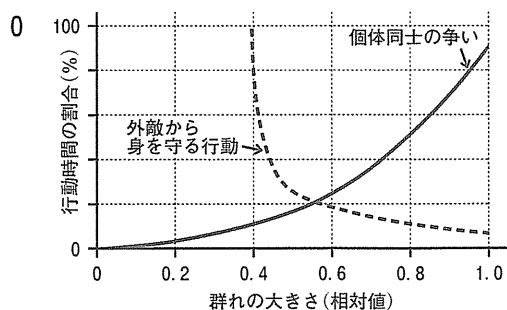
- (b) この鳥の最適な群れの大きさはどの程度か、最も適切なものを解答群Eから選び、その番号をマークしなさい。

解答群E

0 0.25 1 0.5 2 0.8 3 1.0

(c) この鳥の生育環境が変化し、休息場所が減少した。このとき、個体同士の争いと外敵から身を守る行動を示した最も適切なグラフを解答群Fから一つ選び、その番号をマークしなさい。

解答群F



- (d) (c)の条件では、最適な群れの大きさはどのように変化すると予想されるか。最も適切なものを解答群Gから一つ選び、その番号をマークしなさい。

解答群G

- 0 摂食行動時間のピークが右にシフトするため、最適な群れのサイズは小さくなる。
- 1 摂食行動時間のピークが左にシフトするため、最適な群れのサイズは小さくなる。
- 2 摂食行動時間のピークが右にシフトするため、最適な群れのサイズは大きくなる。
- 3 摂食行動時間のピークが左にシフトするため、最適な群れのサイズは大きくなる。
- 4 摂食行動時間のピークが右にシフトするが、最適な群れのサイズは変化しない。
- 5 摂食行動時間のピークが左にシフトするが、最適な群れのサイズは変化しない。



100