

# 生 物 基 礎

(解答番号  ~ )

第 1 問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問 1～6)に答えよ。(配点 18)

A 細胞は全ての生物の基本単位である。生物の仕組みを理解するために、人工的に“細胞”(以下、人工細胞)を作製する試みが行われている。しかし、(a)現段階の人工細胞はまだ生物の特徴を全て有しているとはいえない。最近、(b)光を照射するとタンパク質をつくる人工細胞が開発された。また、(c)分裂してできる二つの細胞に遺伝情報を担う DNA を分配する、生物により近い人工細胞についても開発が進められている。

問 1 下線部(a)に関連して、次の記述①～④のうち、全ての生物に共通してみられる特徴はどれか。それを過不足なく含むものを、後の①～⑩のうちから一つ選べ。

- ① 細胞の内外が膜で隔てられている。
- ② 生殖細胞をつくって増殖する。
- ③ ミトコンドリアを持つ。
- ④ 代謝を行う。

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ① a    | ② b    | ③ c    | ④ d    |
| ⑤ a, b | ⑥ a, c | ⑦ a, d | ⑧ b, c |
| ⑨ b, d | ⑩ c, d |        |        |

問 2 下線部(b)について、この人工細胞は、RNA やADPをつくることはできないが、RNA とADP とを加えて光を照射すると、RNA の情報に基づいてタンパク質をつくることができる(実験Ⅰ)。このとき、人工細胞に光を照射することでADP からつくられるATP が、RNA の情報に基づいてタンパク質をつくる時に必要であることを証明したい。後の実験Ⅱ～Ⅵのうち、この証明のために実験Ⅰに追加すべき実験はどれか。その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 2

実験Ⅰ 人工細胞にRNA とADP とを加え、光を照射する。

実験Ⅱ 人工細胞にRNA とATP とを加え、光を照射する。

実験Ⅲ 人工細胞にRNA のみを加え、光を照射する。

実験Ⅳ 人工細胞にRNA とADP とを加え、光を照射しない。

実験Ⅴ 人工細胞にRNA とATP とを加え、光を照射しない。

実験Ⅵ 人工細胞にRNA のみを加え、光を照射しない。

① 実験Ⅱ，実験Ⅲ，実験Ⅴ

② 実験Ⅱ，実験Ⅲ，実験Ⅵ

③ 実験Ⅱ，実験Ⅳ，実験Ⅵ

④ 実験Ⅱ，実験Ⅴ，実験Ⅵ

⑤ 実験Ⅲ，実験Ⅳ，実験Ⅴ

⑥ 実験Ⅲ，実験Ⅳ，実験Ⅵ

⑦ 実験Ⅲ，実験Ⅴ，実験Ⅵ

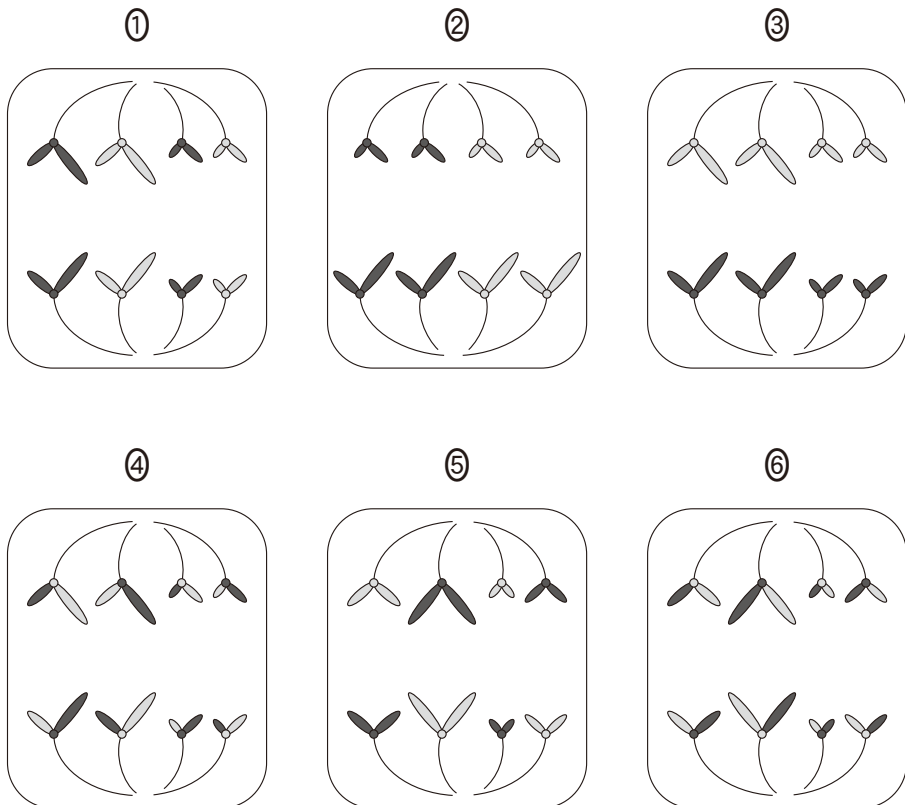
⑧ 実験Ⅳ，実験Ⅴ，実験Ⅵ

## 生物基礎

問 3 下線部(c)に関連して、図1は、ある動物細胞の体細胞分裂で、一つの細胞中の分裂期中期にみられる染色体の模式図である。この細胞の体細胞分裂の分裂期後期にみられる染色体の様子として最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、図1で同じ大きさの染色体は相同染色体であり、色の異なる染色体の一方は父親由来、他方は母親由来である。 3



図 1



## 生物基礎

B (d) ヒトと大腸菌との間には、重さにして  $10^{16}$  倍以上の違いがあるが、ゲノムの実体が DNA であることは共通している。 また、(e) 遺伝子が転写と翻訳とにより発現することも互いに共通しているが、 (f) ゲノムの大きさや遺伝子の数は、ヒトと大腸菌に限らず、生物種によって大きく異なっている。

問 4 下線部(d)について、次の記述①~④のうち、ヒトまたは大腸菌のどちらか一方のみが持つ細胞の特徴はどれか。その組合せとして最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 細胞壁を持つ。
- ② 葉緑体を持つ。
- ③ 細胞分裂によって増殖する。
- ④ 核膜を持つ。

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① e, f | ② e, g | ③ e, h |
| ④ f, g | ⑤ f, h | ⑥ g, h |

問 5 下線部(e)に関する記述として誤っているものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 多細胞生物では、細胞の種類によって、発現する遺伝子の種類が異なる。
- ② DNA と mRNA のそれぞれを構成する塩基の種類は、三つが同じである。
- ③ 転写では、1本鎖の mRNA が合成される。
- ④ 転写では、DNA の複製のときと異なり、DNA の2本鎖がほどけることはない。
- ⑤ タンパク質のアミノ酸配列は、遺伝子の塩基配列によって指定される。

問 6 下線部(f)について、表 1 は、様々な生物のゲノムの特徴をまとめたものである。表 1 の数値に関する記述として最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。なお、ゲノム、遺伝子の領域、および遺伝子のそれぞれの大きさは、塩基対を単位として表す。 6

表 1

	ゲノムの大きさ (塩基対)	ゲノム中の遺伝子の 領域の割合(%)	遺伝子の数 (個)
ヒト	3,000,000,000	2	20,000
大腸菌	5,000,000	90	4,500
酵母(酵母菌)	12,000,000	70	6,000
イネ	400,000,000	20	32,000

注：数値はいずれも概数である。

- ① ヒトと大腸菌とでは、ゲノムの大きさは約 600 倍違うが、遺伝子の平均的な大きさは、ほぼ同じである。
- ② ヒトのゲノムの大きさはイネのその 7 倍以上であるが、ヒトのゲノム中の遺伝子の領域の大きさの総計はイネのそれよりも小さい。
- ③ 表中の原核生物のゲノムの大きさは、表中のいずれの真核生物と比べても、10 分の 1 以下である。
- ④ ゲノム中の遺伝子の領域の割合が高い生物では、遺伝子の平均的な大きさは大きい傾向がある。
- ⑤ ゲノムの大きさが小さい生物では、ゲノム中の遺伝子の領域の割合が低い傾向がある。

## 生物基礎

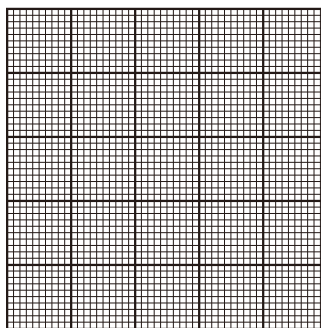
### 第2問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A 細菌を液体の培地で培養すると、細菌の増殖に伴い、培地が白濁していく。この白濁の度合い(以下、濁度)は一定の基準で数値化されていて、濁度をもとに培地中の生きた細菌の細胞数を推定することができる。ある高校の生物部は、その活動のなかで、ニンニクに細菌の増殖を抑制する作用(以下、抗菌作用)があることを知り、その作用を確認するため、**実験1・実験2**を行った。

**実験1** 市販の乳酸菌飲料と培地を混合して、濁度の基準値が0, 0.5, 3.0, 4.0, 5.0に相当する乳酸菌の懸濁液を作り、それぞれ1 mLあたりに含まれる細胞数を計測したところ、表1の結果が得られた。次いで、(a)10 mLの培地に0.1 mLの乳酸菌飲料を加え、37℃で培養した。実験開始直後の試験管内の液体の濁度はほぼ0であったが、8時間後には乳酸菌が増殖し、3.6となった。

表 1

濁度	細胞数(個)/mL
0	0
0.5	$1.47 \times 10^8$
3.0	$9.05 \times 10^8$
4.0	$1.18 \times 10^9$
5.0	$1.52 \times 10^9$



グラフ用紙

問1 下線部(a)について、得られた培養液中の乳酸菌の総細胞数の概数として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、上のグラフ用紙を使ってもよい。 7

- |                     |                        |                        |
|---------------------|------------------------|------------------------|
| ① $1.1 \times 10^8$ | ② $3.6 \times 10^8$    | ③ $1.1 \times 10^9$    |
| ④ $3.6 \times 10^9$ | ⑤ $1.1 \times 10^{10}$ | ⑥ $3.6 \times 10^{10}$ |

**実験 2** ニンニク一片を薄くスライスし、10 mL の培地に浸しながら冷所に静置した。2 時間後に培地からニンニクを取り除いたものを、ニンニク抽出液(以下、抽出液)の 1 倍希釈液とした。さらに、培地を使って 2 倍、4 倍、8 倍、16 倍、32 倍、および 64 倍の希釈液も作り、これらの希釈液を 1.5 mL ずつ別々の試験管に入れた。各試験管に、濁度が 0.05 になるように薄めた乳酸菌液(以下、乳酸菌液)を 0.5 mL ずつ加え、37 °C で 8 時間培養したのち、濁度を測定した(図 1)。

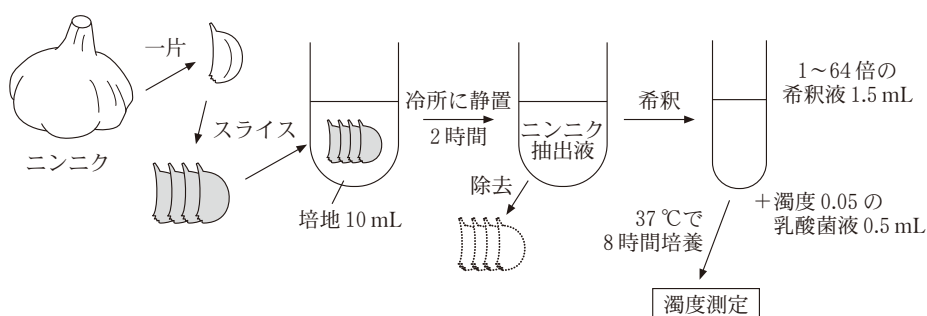


図 1

**問 2** 実験 2 では、抽出液の抗菌作用の有無を確認するために必要となる対照実験がない。対照実験として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、抽出液中には乳酸菌や雑菌の混入はないものとする。 8

- ① 1.5 mL の培地に、0.5 mL の乳酸菌液を加えたもの
- ② 1.5 mL の培地に、0.5 mL の水を加えたもの
- ③ 1.5 mL の乳酸菌液に、0.5 mL の培地を加えたもの
- ④ 1.5 mL の乳酸菌液に、0.5 mL の水を加えたもの
- ⑤ 2.0 mL の水を入れたもの

## 生物基礎

問 3 問 2 の対照実験を加えて改めて**実験 2**を行ったところ、図 2 のグラフが得られ、抽出液には抗菌作用があることが確認できた。後の記述①～④のうち、**実験 1**・**実験 2**の結果から導かれる考察の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、培養後の各試験管内の液体（以下、菌液）中の細胞数は、対照実験の細胞数に対する百分率で示している。

9

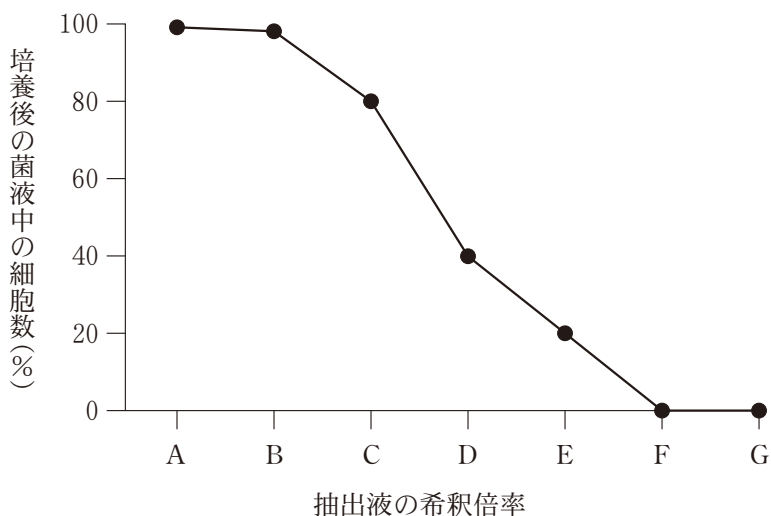


図 2

- ① 抽出液の希釈倍率は、A から G に向かって高くなっている。
- ② 抗菌作用が強い希釈液のほうが、培養後の菌液の濁度が高くなる。
- ③ 対照実験に対し、培養後の菌液中の細胞数が 20 % ほど少なくなる希釈倍率は、C である。
- ④ 使用するニンニクの量を半分にして作った抽出液の 1 倍希釈液には、**実験 2** で作った 1 倍希釈液と同じ程度の強さの抗菌作用を期待できる。

① a, b

② a, c

③ a, d

④ b, c

⑤ b, d

⑥ c, d



## 生物基礎

B (b) チロキシンは、生体内の代謝を促進するホルモンであるが、カエルでは変態にも必須で、幼生(オタマジャクシ)の血液中のチロキシン濃度は、変態の進み具合に応じて変化する。また、幼生の飼育水にチロキシンを加えておくと、加えていない場合よりも変態が速く進む。この現象に着目し、アフリカツメガエルの幼生を使って、変態に影響を及ぼすことが分かっている化学物質 X が、チロキシンの作用を阻害するか、それとも増強するかを調べることにした。変態の進み具合は、幼生の形態的变化を指標に数値化(以下、形態指標)できる。血液中のチロキシンが検出可能となる濃度まで上昇した幼生の形態指標を 1 に設定したところ、その後の経過日数に対する形態指標および血液中のチロキシン濃度は、図 3 のように変化した。これを参考に、**実験 3**を行った。

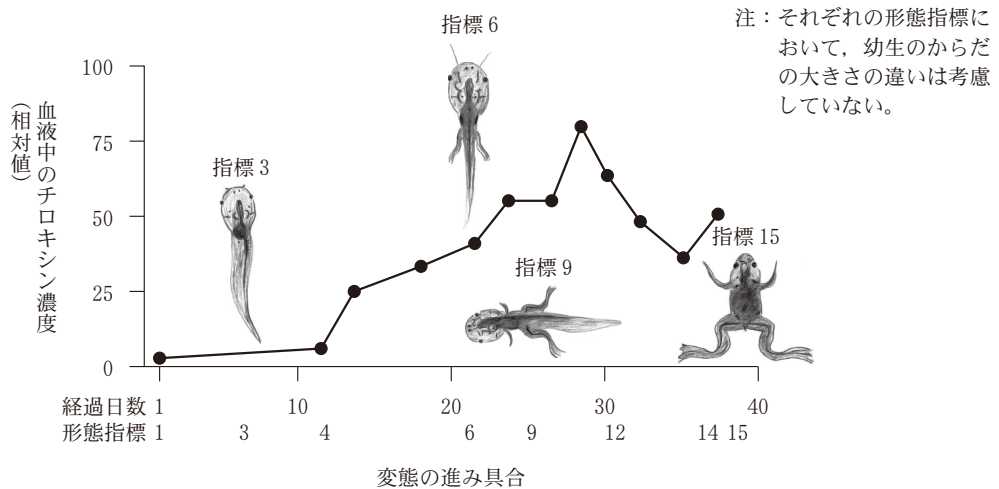


図 3

**実験 3** 形態指標 1 の幼生を数匹ずつ四つの水槽に入れ、それぞれ「対照実験群 (飼育水のみ)」、 「チロキシン投与群」、 「化学物質 X 投与群」、 「チロキシンおよび化学物質 X 投与群」とした。温度や餌、明暗周期などの条件を全て同一にして飼育し、3週間後の形態を形態指標に基づいて比較した。なお、投与したチロキシンおよび化学物質 X の濃度は、いずれの投与群でも、それぞれ等しいものとする。

問 4 下線部(b)に関連して、カエルがヒトやマウスと同じ機構でチロキシンの分泌調節を行っているとは仮定する。カエルの成体から次の器官㉔～㉘を摘出し、すりつぶしてそれぞれの抽出液を作り、形態指標 1 の幼生に注射した場合、変態が速く進むと考えられるホルモンを含んでいるものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の①～⑦のうちから一つ選べ。 10

㉔ 間脳の視床下部      ㉕ 脳下垂体      ㉘ 甲状腺

- ① ㉔                      ② ㉕                      ③ ㉘                      ④ ㉔, ㉕  
 ⑤ ㉔, ㉘                  ⑥ ㉕, ㉘                  ⑦ ㉔, ㉕, ㉘

問 5 図 4 は実験 3 の結果であり、I～IV は実験 3 の四つの処理群のいずれかに相当する。図 3 と比較すれば、I～IV のうち対照実験群に相当するものが分かるので、化学物質 X がチロキシンの作用を阻害しているか、あるいは増強しているかが分かる。III・IV に相当する処理として最も適当なものを、後の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

III 11 ・ IV 12

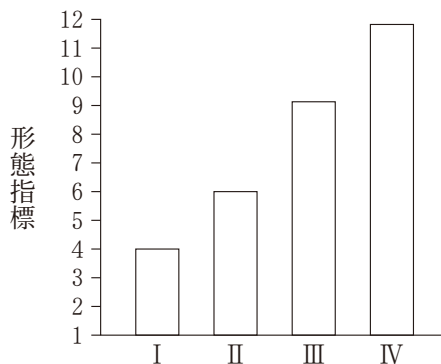


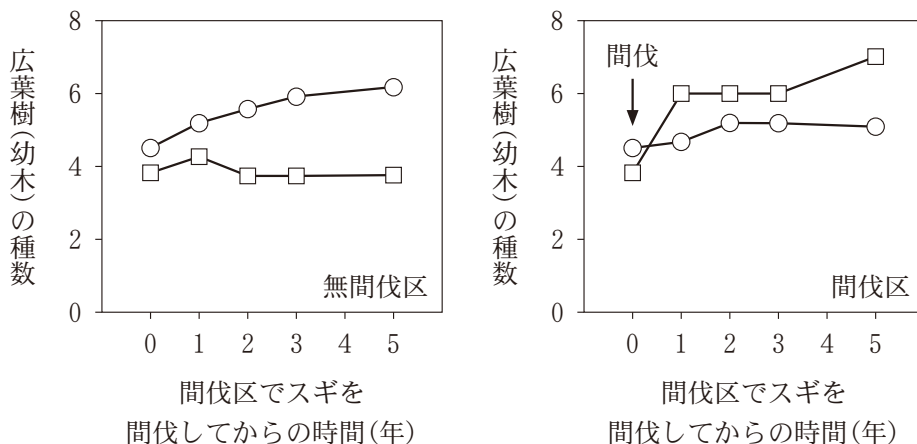
図 4

- ① 対照実験群                      ② チロキシン投与群  
 ③ 化学物質 X 投与群              ④ チロキシンおよび化学物質 X 投与群

## 生物基礎

### 第3問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A (a) 森林は、世界的に広く見られる植生である。日本では戦後、木材需要の高まりを背景に、広葉樹林の伐採跡地にスギなどの針葉樹を植栽して、人工林に転換する政策が進められた。しかし近年、適切な管理が施されず過密になった人工林が問題となっている。そこで、過密な人工林において、針葉樹の大部分を伐採(間伐)する実験が行われている。間伐が及ぼす初期の影響を調べるため、20年前にスギを植栽した人工林に設けた区画の半数において、スギの本数(密度)が3分の1になるまで間伐した。図1は、間伐しなかった区画(以下、無間伐区)と、間伐した区画(以下、間伐区)において、広葉樹(陽樹と陰樹)の幼木を5年間観察し、種数の平均値を示したものである。



○, □: 一方は陽樹の, 他方は陰樹の種数を示す。

図 1

問 1 下線部(a)について、次の記述①～③のうち、森林のバイオームに関する記述として適当なものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の④～⑦のうちから一つ選べ。 13

- ① 照葉樹林のバイオームが分布する地域でも、過去に伐採された跡地には、常緑広葉樹以外の樹木が優占する森林が見られることがある。
- ② 熱帯・亜熱帯でも、雨季と乾季が明瞭な地域には、落葉性の樹木が優占する森林のバイオームが分布する。
- ③ 亜寒帯には、常緑性の樹木が優占する森林のバイオームは分布しない。

- ④ a
- ⑤ b
- ⑥ c
- ⑦ a, b
- ⑧ a, c
- ⑨ b, c
- ⑩ a, b, c

問 2 陽樹と陰樹との違いを踏まえて、図 1 の結果から導かれる考察として適当なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 14 ・ 15

- ① 無間伐区では、時間の経過とともに陽樹の種数が増加した。
- ② 無間伐区では、時間が経過しても広葉樹の種数に変化がなかった。
- ③ 間伐区では、間伐した後、陽樹の種数が陰樹の種数を上回った。
- ④ 間伐区では、時間の経過とともに陰樹の種数が減少した。
- ⑤ 間伐には、広葉樹の種数を増加させる効果があり、間伐した 1 年後にはその効果がみられた。
- ⑥ 間伐は、広葉樹の種数には影響を及ぼさなかったが、陽樹の種数を増加させ、陰樹の種数を減少させる効果があった。
- ⑦ 間伐には、広葉樹の種数を減少させる効果があり、時間が経過するにつれてその効果が大きくなった。

## 生物基礎

B 日本産のトキは、かつて日本各地に生息していたが、(b)絶滅した。その後、中国産のトキの人工繁殖により生まれた若鳥が佐渡島に再導入されている。里山におけるトキの採餌行動を観察したところ、採餌場所については図2の結果が、餌として利用している生物については図3の結果が得られた。また、餌となる生物の生態について観察結果1が得られた。

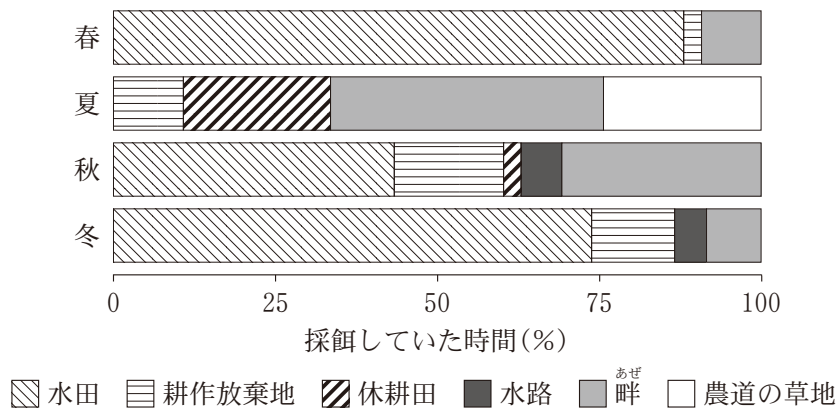


図 2

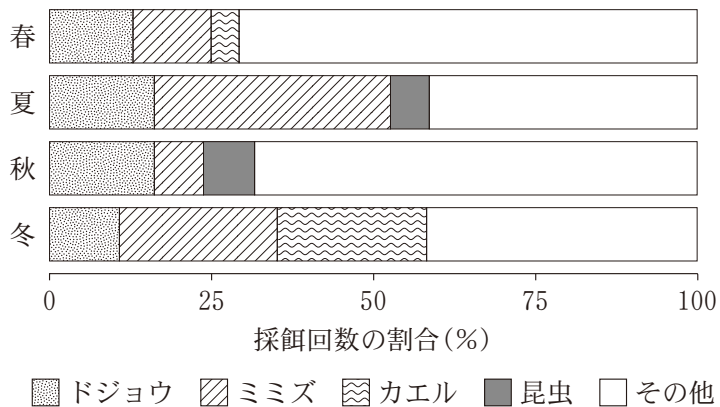


図 3

**観察結果 1** 夏や秋に水路で観察されたドジョウは、春に水田や休耕田で繁殖していた。春に水田で見られたオタマジャクシの成体は、夏に周辺の森林で観察された。

問 3 図 2・図 3 の結果から導かれる，トキ再導入後の生態系についての記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 16

- ① トキは，水田の生態系における一次消費者になっている。
- ② トキは，春と秋には餌を獲得しにくいいため，この時期は物質循環が起こりにくくなっている。
- ③ トキは，年間を通じてドジョウを安定的な栄養源にしている。
- ④ トキは，年間を通じて採餌場所を変え，夏には水田の生態系における分解者としての働きが弱まっている。

問 4 図 2，図 3，および観察結果 1 に基づいて，次の環境㉑～㉕と，環境を構成する水田や森林など複数の要素間のつながり I・II のうち，トキが安定的に餌を獲得できる環境として最も適していると考えられるものはどれか。その組合せとして最も適当なものを，後の①～⑥のうちから一つ選べ。

17

- ㉑ 人の活動により，水田や畔だけでなく，水路や森林が維持されている環境
- ㉒ 稲作が盛んな水田と畔のみが一面に広がる環境
- ㉓ 人が近づかない，休耕田と耕作放棄地からなる環境

I 複数の要素が互いに隣接し，生物の移動が容易である。

II 複数の要素が適度に離れて配置され，それぞれの要素内で独自の生態系が成り立っている。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ① ㉑, I  | ② ㉒, I  | ③ ㉓, I  |
| ④ ㉑, II | ⑤ ㉒, II | ⑥ ㉓, II |

## 生物基礎

問 5 下線部(b)に関連して、生物の個体数の減少や絶滅を伴う生態系の変化についての記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

18

- ① 干潟に生息する生物が減少すると、有機物量が減少し、干潟の持つ水質浄化作用が向上する。
- ② 様々な餌生物を利用する捕食者が絶滅すると、生態系のバランスが崩れやすくなる。
- ③ 外来植物は在来植物の個体数を減少させないため、生態系全体の生産量は変化しない。
- ④ 非生物的環境が変化すると、環境形成作用を通じて分解者の個体数が減少するため、生態系のバランスが急速に変化する。
- ⑤ 湖沼への窒素やリンの供給量が増加しても、生産者の個体数は変化しないため、生態系のバランスは崩れない。