

## 令和2年度入学者選抜学力検査問題

# 理 科

物 理 1 ページ～18 ページ

化 学 19 ページ～31 ページ

生 物 32 ページ～49 ページ

### 注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄に受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ記入しなさい。その他の欄に記入してはいけません。
3. 選択科目は、届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、学部・学科等で異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は、持ち帰りなさい。
8. 落丁、乱丁または印刷不備があったら申し出なさい。

# 生 物

注意 1. 志望する学部・学科等により、表に示す番号の問題を解答すること。

志望する学部・学科等	解答する問題番号
国際教養学部 志望者のうち生物を選択する者	1 2 4 5
教育学部 志望者のうち生物を選択する者	1 2 5
理学部 数学・情報数理学科，化学科志望者のうち生物を選択する者	1 2 4
理学部 生物学科	1 2 3 4 5
理学部 地球科学科志望者のうち生物を選択する者	1 4 5
園芸学部 園芸学科，緑地環境学科志望者のうち生物を選択する者	1 4 5
園芸学部 応用生命化学科志望者のうち生物を選択する者	1 2 4
医学部 志望者のうち生物を選択する者	1 2 3
看護学部 志望者のうち生物を選択する者	1 2 3
先進科学プログラム(方式Ⅱ) 化学関連分野志望者のうち生物を選択する者	1 4 5
先進科学プログラム(方式Ⅱ) 生物学関連分野	1 2 3 4 5
先進科学プログラム(方式Ⅱ) 植物生命科学関連分野志望者のうち生物を選択する者	1 2 4

2. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に、指定された方法で記入しなさい。

1 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

ア は1850年代から1860年代にかけてエンドウの交雑実験を行って、(1) 遺伝の法則を導き出した。 ア がエンドウを実験材料に選んだ理由は、花弁が閉じているため、他の花からの受粉が妨げられる一方で、イ を切除することにより自家受粉を防ぐことが可能であることや、形質が安定して現れる様々な純系の品種が存在することなどである。

(2) エンドウのような二倍体の植物における常染色体上の一对の対立遺伝子Aとaについて考える。 遺伝子Aをもつ純系と遺伝子aをもつ純系を交雑して得られた第1世代( $F_1$ )は、すべての個体がAとaのヘテロ接合体になる。さらに、 $F_1$ から自家受粉によって得られた第2世代( $F_2$ )では、各遺伝子型の個体数の割合は、 $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ となる。したがって、 $F_2$ におけるホモ接合体AAとaaの出現率は合わせて50.0%になる。さらに自家受粉によって世代を重ねると、第3世代( $F_3$ )の集団におけるホモ接合体AAとaaの出現率は合わせて ウ %、第5世代( $F_5$ )の集団におけるホモ接合体AAとaaの出現率は合わせて エ %になる。このように世代を重ねるとホモ接合体の出現率は オ 。また、このときAの遺伝子頻度は カ 。

新たな品種を作り出すために、人為的に突然変異を引き起こすことが行われている。たとえば化学物質Eは、DNAを構成する塩基の一つであるグアニンに結合する。(3) Eが結合した場合、グアニンは、シトシンではなくチミンと塩基対を形成するようになる。この方法により、低タンパク質米になるイネの品種が作られた。

問1 文章中の ア にあてはまる人名と イ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(1)について、ア の導き出した法則にあてはまらない遺伝様式を示す細胞小器官がある。その原因は、核内の DNA とは別に独自の DNA を細胞小器官の内部に持つためである。独自の DNA を内部にもつ細胞小器官の名称を二つ答えなさい。ただし、それぞれ異なる機能をもつ細胞小器官を答えること。

問 3 下線部(2)について、紫色の花が咲くエンドウと白い花が咲くエンドウについて考える。この花の色は、一つの遺伝子座 Z の対立遺伝子 B と b で決まる。B は b に対して優性であり、B と b のヘテロ接合体の花は紫色となる。花のつぼみをすりつぶして遺伝子座 Z から作られる酵素のつぼみ一つあたりの活性<sup>\*</sup>(以下、酵素 Z 活性と表す)を測定したところ、B の純系を 100 としたときに b の純系では 0 となった。B と b のヘテロ接合体の酵素 Z 活性として最も適切な数字を以下の(a)~(h)のうちから一つ選び、記号で答えなさい。ただし、遺伝子座 Z から転写される mRNA の数は遺伝子の数に比例し、さらに酵素 Z は単独のポリペプチドで活性があるとする。

<sup>\*</sup>活性とは、単位時間あたりの反応生成物の量のこと。

- |         |        |        |        |
|---------|--------|--------|--------|
| (a) 100 | (b) 75 | (c) 66 | (d) 50 |
| (e) 33  | (f) 25 | (g) 16 | (h) 0  |

問 4 文章中のウ とエ にあてはまる数値を計算して答えなさい。数値は小数点以下第 2 位を四捨五入して小数点以下第 1 位まで示すこと。

問 5 文章中の オ と カ にあてはまる最も適切な語句を以下の (a)~(c)のうちからそれぞれ一つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 高くなる                      (b) 低くなる                      (c) 変化しない

問 6 下線部(3)について、この品種のイネでは、遺伝子 X の一つの塩基が置換された突然変異により、遺伝子 X から作られたタンパク質は、突然変異部位の N 末端側は不変だが、C 末端側のアミノ酸配列が失われ、機能が無くなっていった。この突然変異は遺伝子 X から作られるタンパク質のどのアミノ酸をコードする配列上におきたと考えられるか。次の表を参考にして、可能性のあるアミノ酸を二つ答えなさい。また、それらのアミノ酸を選んだ理由を、あわせて 200 字以内で答えなさい。ただし、遺伝子 X にイントロンは存在しないものとする。

表 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	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U
		フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	C
		ロイシン	セリン	終止	終止	A
		ロイシン	セリン	終止	トリプトファン	G
	C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U
		ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	C
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	A
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	G
	A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U
		イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	C
		イソロイシン	トレオニン	リシン(リジン)	アルギニン	A
		メチオニン(開始)	トレオニン	リシン(リジン)	アルギニン	G
	G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
		バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	C
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	A
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	G

2 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

ヒトは、日常生活を送るなかで、ウイルスや、細菌、真菌などの微生物と常に接している。これらのウイルスや微生物のなかには、からだの中へ侵入し、体内の環境を乱す病原体が存在する。これに対して、われわれは、以下の【1】～【4】に述べる生体防御の様式によって、病原体の感染からからだを守っている。

【1】 われわれのからだは、物理的な防御や化学的な防御によって、病原体がからだの中へ侵入することを防いでいる。一方、病原体は、いろいろな手段を用いてヒトの物理的および化学的な防御を突破し、からだの中へ侵入する。

【2】 侵入した病原体を排除するため、われわれのからだの中では、はじめに  免疫が反応する。  免疫に深くかかわる樹状細胞やマクロファージは、細胞の表面に存在する Toll 様受容体などで病原体を認識して、細胞内に病原体を取り込む。その後、活性化した樹状細胞やマクロファージは、  と総称されるタンパク質を分泌し、炎症を引き起こす。

【3】  免疫の活性化に続いて、からだの中では  免疫が活性化される。  免疫は、T細胞が主にはたらく  免疫とB細胞が主にはたらく  免疫の2つに大きく分類される。  免疫では、病原体の一部と結合するタンパク質である  がヒトのからだの中でつくられる。次の図に、病原体Aがからだの中に侵入した後の、血液中の  の量の経時的変化をグラフで示す。

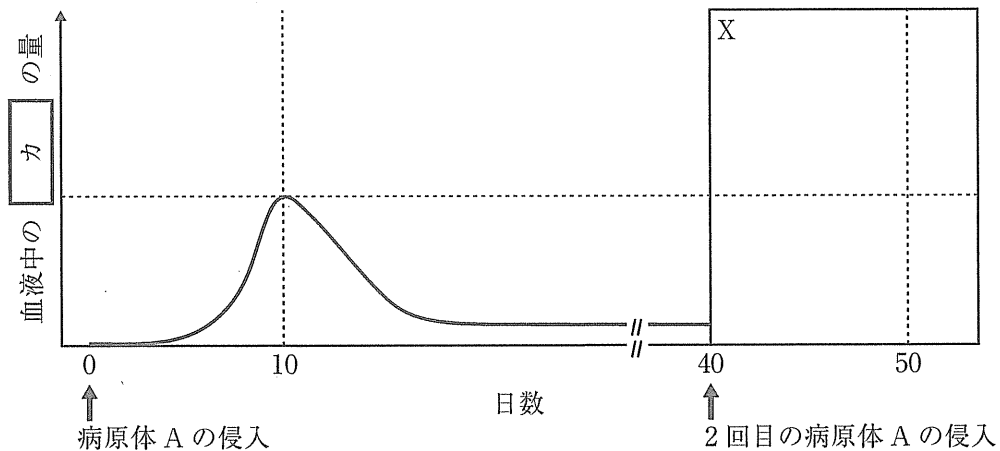


図 病原体 A がからだの中に侵入した後の血液中の カ の量の経時的变化

【4】 病原体が排除されたのち、われわれは、しばらくの間、同じ病原体で発症する病気にかからないか、かかっても軽症ですむことが多い。

以上のようなさまざまな生体防御の様式を用いて、ヒトは病原体からからだを守っている。一方で、病原体のなかには、(1)ヒト免疫不全ウイルス(HIV)のように、ヒトの免疫を正常に働かなくするウイルスも存在する。

問 1 文章中の ア ~ カ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 【1】について、物理的な防御を担うヒトのからだの部分はどこか。以下の (a)~(e)のうちから二つ選び、記号で答えなさい。

- |        |         |        |
|--------|---------|--------|
| (a) 大脳 | (b) 甲状腺 | (c) 気管 |
| (d) 肝臓 | (e) 皮膚  |        |

問 3 【3】について、ヒトは、生物界に無数に存在する病原体に、それぞれ個別に反応する多様な  をつくることができる。多様な  がつくられるしくみを 100 字以内で答えなさい。

問 4 【4】について、次の①～③に答えなさい。

- ① 図において、1 回目と同じ病原体 A が再びからだの中に侵入した場合の血液中の  の量の経時的変化を解答用紙の欄 X に実線で記入しなさい。
- ② ①のようになるしくみを 60 字以内で答えなさい。
- ③ このしくみを用いた医療行為の名称を答えなさい。

問 5 下線部(1)について、ヒト免疫不全ウイルス(HIV)が、ヒトのある細胞に感染することで、最終的に【2】～【4】の過程が正常に働かなくなる。この細胞の名称を答えなさい。



3

次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

脊椎動物において外胚葉は体の外側をおおう表皮だけでなく、体の内部に存在する組織・器官にも分化する。<sup>(1)</sup>中枢神経系の脳・脊髄や<sup>(2)</sup>外分泌腺の汗腺や乳腺などがその例である。

マウスにおいて乳腺の発生は、受精後11日に胚の表皮の一部が中胚葉由来の結合組織中に突出することで始まる。雌雄どちらでも乳腺原基<sup>\*</sup>は5対形成されるが、雄では乳腺が退化して出生時(受精後19日)にはその痕跡を見つけることは難しい。雄においては受精後13日になると精巣から<sup>(3)</sup>雄性ホルモンというホルモンの分泌が始まることが知られており、これが乳腺退化の原因と考えられている。そこで、受精後12日の胚の乳腺原基を単離して次の実験1～3をおこなった。なお、乳腺原基は上皮組織と結合組織で構成されており、酵素で処理することにより上皮組織と結合組織に分離できる。

<sup>\*</sup>原基とは、将来ある器官になることが予定されているが、発生途中でまだ形態的・機能的に未分化の状態の細胞群のこと。

【実験1】 雌雄それぞれの乳腺原基を、雄性ホルモンを含まない培養液中で培養したところ、どちらも退化しなかった。

【実験2】 雌雄それぞれの乳腺原基を、雄性ホルモンを含む培養液で培養したところ、どちらも退化した。

【実験3】 ある遺伝子に変異を持つマウス(Tfmマウス)が存在する。この雄マウス胚では正常に精巣が分化し、雄性ホルモンも正常に分泌されるが、乳腺は退化しない。そこで、雄の正常マウスの乳腺原基と雄のTfmマウスの乳腺原基を酵素処理し、得られた上皮組織と結合組織を4通りの組み合わせで再結合して雄性ホルモンを含む培養液で培養した。結果は表のようになった。

表 再結合実験の結果

結合組織 \ 上皮組織	雄の正常マウス	雄の Tfm マウス
雄の正常マウス	乳腺は退化した	乳腺は退化した
雄の Tfm マウス	乳腺は退化しなかった	乳腺は退化しなかった

問 1 下線部(1)について、中枢神経系の脳と脊髄は、体の外側をおおっていた外胚葉の一部が体の内部で管構造をとることで形成される。カエル胚におけるその形成過程の記述として最も適切なものを、以下の(a)~(e)のうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 尾部の一か所で陥入がおこり、先端の閉じた短い管が形成される。その管の先端は頭部まで伸長し、その後、尾部の開口部は閉じる。
- (b) 頭部と尾部の二か所で陥入がおこり、先端の閉じた短い管が形成される。それぞれの管の先端は体の中央部まで伸長し、互いに連絡して一本の管になる。その後、頭部と尾部の開口部は閉じる。
- (c) 頭と尾を結ぶ線に沿って背側に溝が形成される。その後、溝の左右の縁は接着し、開口部の無い管が形成される。
- (d) 背側で緊密に接着していた細胞層から一部の細胞が遊離し、それが内部に移動して頭と尾を結ぶ線に沿って棒状に集合する。その後、棒の内部に空洞ができ、管が形成される。
- (e) 背側で緊密に接着していた細胞層から一部の細胞が遊離し、それが内部に移動して既に存在している棒状の脊索を取り囲む。その後、脊索の退化により空洞ができ、管が形成される。

問 2 下線部(2)について、外分泌腺に対して、内分泌腺が存在する。外分泌腺と内分泌腺の分泌様式の違いを 80 字以内で説明しなさい。

問 3 分泌腺, 分泌細胞, 分泌物質に関する以下の(a)~(f)の記述について, 正しいものには○を, 間違っているものには×を解答欄に記入しなさい。

- (a) ヒトの外分泌腺からの分泌は, 自律神経と運動神経とにより拮抗的に調節されることが多い。
- (b) フェロモンは外分泌腺から分泌される物質の総称である。
- (c) ヒトにはホルモンを分泌する働きを持つ神経細胞が存在する。
- (d) ヒトの脳下垂体後葉はホルモンを合成し分泌する内分泌腺である。
- (e) ヒトのホルモン分泌の調節は神経系が制御するだけでなく, 他のホルモンによっても制御される。
- (f) ヒトには外分泌腺と内分泌腺が共存する器官が存在する。

問 4 下線部(3)について, 雄性ホルモンはステロイドホルモン(脂溶性ホルモン)に分類される。培養液に加えた雄性ホルモンの標的細胞への作用として最も適切なものを, 以下の(a)~(e)のうちから一つ選び, 記号で答えなさい。

- (a) 細胞膜の受容体に結合し, 細胞内のセカンドメッセンジャーの生産を調節する。
- (b) 細胞膜の受容体に結合し, 細胞外から細胞内にイオンの流入を引き起こす。
- (c) 細胞内の受容体に結合し, ミトコンドリアに働きかけて ATP の生産を調節する。
- (d) 細胞内の受容体に結合し, リボソームに働きかけて翻訳を調節する。
- (e) 細胞内の受容体に結合し, DNA に働きかけて転写を調節する。

問 5 雌の正常マウスの乳腺原基から酵素処理により単離した上皮組織と, 雄の Tfm マウスの乳腺原基から単離した結合組織とを組み合わせ, 雄性ホルモンを含む培養液中で培養した。その結果, 乳腺は退化するか退化しないか, どちらが予測されるか答えなさい。またその理由を, 実験 1~3 で得られた結果を考慮して 140 字以内で説明しなさい。

4

次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えなさい。

植物ホルモンは、周囲の環境条件によって種類や量を変えながら生成される。生成された植物ホルモンが受容体に結合すると、細胞内で情報伝達が起こり、植物の発生や成長が調節される。

植物ホルモンの中には、果実の形成と肥大に重要な働きをもつものがある。一般に、受粉後に形成された胚や胚乳では二つの植物ホルモンAとBが生成され、果実の形成と肥大が促進される。そのため、植物ホルモンの量を人為的に操作して、果実の形成と肥大をコントロールすることが可能である。例えば、ブドウ品種デラウェアの無種子化は、植物ホルモンBを<sub>(1)</sub>開花前後に2回処理することによっておこなわれる。

いくつかの植物種では、果実が十分に成長すると、植物ホルモンCが生成される。生成された植物ホルモンCは果実の成熟を引き起こし、一度成熟が誘導されると植物ホルモンCの生成量は急速に増大して、果実全体の成熟を促す。

問1 文章中の三つの植物ホルモンA～Cに最もあてはまる植物ホルモン名を答えなさい。また、それぞれの植物ホルモンがもつ他の生理作用について適切なものを以下の(a)～(h)のうちから二つずつ選び、記号で答えなさい。

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| (a) 種子の発芽促進     | (b) 種子の発芽抑制     |
| (c) 離層形成の促進     | (d) 離層形成の抑制     |
| (e) 茎の伸長促進と肥大抑制 | (f) 茎の伸長抑制と肥大促進 |
| (g) 気孔の閉鎖       | (h) 細胞壁の緩みの促進   |

問 2 文章中の植物ホルモン A に関して、次の①～③に答えなさい。

- ① 植物ホルモン A は茎の先端部で合成され、基部へと移動することが知られている。このような方向性に従った移動を何というか、答えなさい。
- ② 植物ホルモン A の細胞外への排出をおこなう膜タンパク質の名称を答えなさい。
- ③ 植物ホルモン A に関する以下の(a)～(e)の記述のうち、誤っているものを一つ選び、記号で答えなさい。
  - (a) 幼葉鞘の先端に片側から光を当てると、光とは反対側を植物ホルモン A が流れて、幼葉鞘は光の当たる方に屈曲する。
  - (b) 頂芽を切除した植物の側芽に植物ホルモン A を与えても、側芽の成長は抑制されない。
  - (c) 植物ホルモン A の水溶液に茎の一部を浸すと不定根が形成される。
  - (d) 一般に茎の伸長を促進する植物ホルモン A の濃度では根の伸長は抑制される。
  - (e) 根冠では、アミロプラストが重力で沈降すると膜タンパク質の配置が変化し、沈降したアミロプラストの反対側の方向へ植物ホルモン A が移動する。

問 3 下線部(1)について、開花前と開花後の植物ホルモン B の処理は、種なしデラウェア果実の形成において、どのような効果があると考えられるか。開花前と開花後の処理の効果について、それぞれ 20 字以内で答えなさい。ただし、開花前に植物ホルモン B の処理をおこなった花の花粉を未処理の花のめしべに受粉した場合と、未処理の花の花粉を開花前に植物ホルモン B で処理した花のめしべに受粉した場合は、ともに果実の形成がみられないものとする。

問 4 文章中の植物ホルモンCについて、通常トマト(正常個体)の果実、果実が成熟しない二つの変異体トマト(変異体Xと変異体Y)の果実を用いて、以下の実験1～3をおこなった。この結果に基づき、①～③に答えなさい。

【実験1】 正常個体、変異体X、変異体Yの緑熟果(肥大成長が完了した緑色の果実)をそれぞれ別々の密閉容器に入れておくと、実験開始後15日目に、正常個体の果実は果皮が赤色になり、成熟した。一方、二つの変異体の果実は、実験開始後30日が経過しても成熟しなかった。この実験のトマト果実における植物ホルモンCの生成量は図のように推移した。

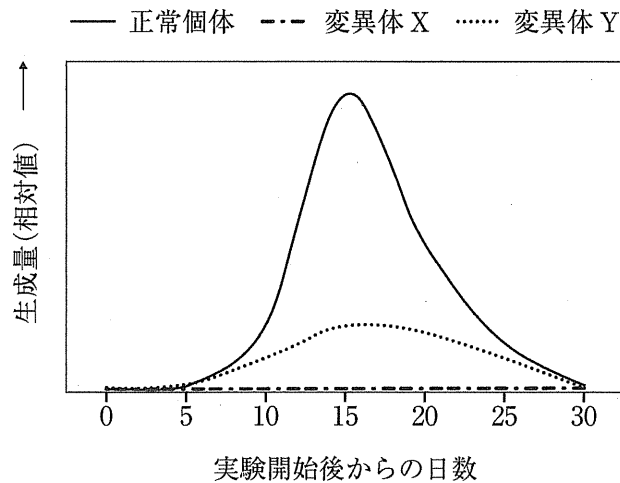


図 実験1におけるトマト果実の植物ホルモンCの生成量

【実験2】 正常個体の緑熟果と成熟したリンゴ果実を同じ密閉容器に入れておくと、正常個体の果実は実験1の果実よりも5日早く成熟した。

【実験3】 密閉容器内に植物ホルモンCを加えて、他は実験1と同条件で実験をおこなった。その結果、正常個体と変異体Xの果実は実験開始後5日で成熟した。一方、変異体Yの果実は実験開始後30日でも成熟しなかった。

- ① 実験2の下線部(2)について、実験1に比べて実験2で、正常個体の果実が早く成熟したのはなぜか、その理由を60字以内で答えなさい。
- ② 変異体Xではどのような変異が生じていると考えられるか。変異体Xが実験1では成熟せず実験3では成熟した理由とともに、60字以内で答えなさい。
- ③ 変異体Yではどのような変異が生じていると考えられるか。変異体Yが実験1でも実験3でも成熟しなかった理由とともに、60字以内で答えなさい。

5

次の文章を読み、以下の問い(問1～3)に答えなさい。

自然界において生物は単独で生活しているわけではなく、同種および異種の複数個体と共存している。ある地域で生活する同種個体の集団は、個体群と呼ばれる。その集団内では、生息環境や他個体との関係などによって、各個体の<sup>(1)</sup>分布に違いが生じる。一方、生活空間や食物が十分にある場合には、<sup>(2)</sup>個体数は増加し、個体群密度が高くなる。個体の発育、生理、行動は個体群密度に応じて変化することがあり、これを密度効果と呼ぶ。また、生物は異種の生物と互いに影響をおよぼしあいながら生活している。そのような種間関係には、競争、共生、寄生、捕食といった関係がある。なかでも、<sup>(3)</sup>捕食－被食の関係は生態系の中で一連の鎖のようにつながっており、これを食物連鎖という。

問1 下線部(1)について、次の①・②に答えなさい。

- ① 生物の分布様式の一つに一様分布がある。他にどのようなものがあるか、二つ答えなさい。
- ② 一様分布はどのようなときにおこるか、例をあげ80字以内で説明しなさい。



問 2 下線部(2)について、次の文章を読み、以下の①・②に答えなさい。

ある地域に生息する生物の個体数を調べる方法として、標識再捕法がある。X、Yの調査地2か所それぞれで、標識再捕法によりトノサマバツタの個体数を推定するため、調査を行った。得られた結果を、以下の表に示す。ただし、二つの調査地は互いに十分に離れていて、トノサマバツタの移出入はおこらないとする。

表 トノサマバツタの個体数調査の結果

	面積 ( $\text{m}^2$ )	最初に捕まえた個体数	一定時間後に捕まえた個体数 (うち標識のついていた個体数)
調査地 X	40	500	320(200)
調査地 Y	10	450	200(40)

- ① X、Yの調査地にはそれぞれ、トノサマバツタは何個体いると推定されるか、答えなさい。
- ② トノサマバツタは  $200 \text{ 個体}/\text{m}^2$  の密度で相変異が確認されるとする。このとき、調査地 X、Y で採集された個体はそれぞれ何と呼ばれる状態か、その名称を答えなさい。また、それぞれの状態について、特徴を二つずつ答えなさい。

問 3 下線部(3)について、捕食者と被食者の種間関係は一對一とは限らず、自然界では1種の捕食者が複数種の被食者を消費することが観察される。被食者の種 A, B と両種を消費する捕食者1種を用いて、以下の実験1, 2を行い、その結果、図1, 2のようになった。図2のように被食者 A の個体数に違いが生じた理由として、どのような可能性が考えられるか、実験結果に基づいて、120字以内で説明しなさい。ただし、被食者および捕食者はダニ類で、短期間に増殖する性質をもつ。また、被食者 A, B の生態、行動および体の大きさには違いがないとする。

【実験1】 捕食者の雌雄一對に、十分な量の被食者 A または B を飼育容器内で与え続け、1か月後に捕食者の個体数を調べた(図1)。

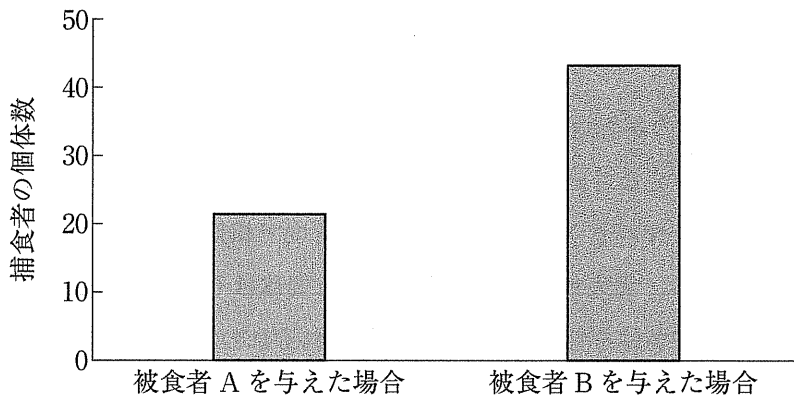


図1 被食者 A, B のいずれかを与えた場合の捕食者の個体数

【実験2】 捕食者の雌雄一对と、被食者 A のみ 120 個体、あるいは、被食者 A, B それぞれ 120 個体を  $1\text{ m}^3$  の飼育容器に放し、1 週間おきに 4 週間、被食者 A の個体数を調べた(図 2)。なお、実験期間中に飼育容器内には被食者が食べるえさは十分あった。

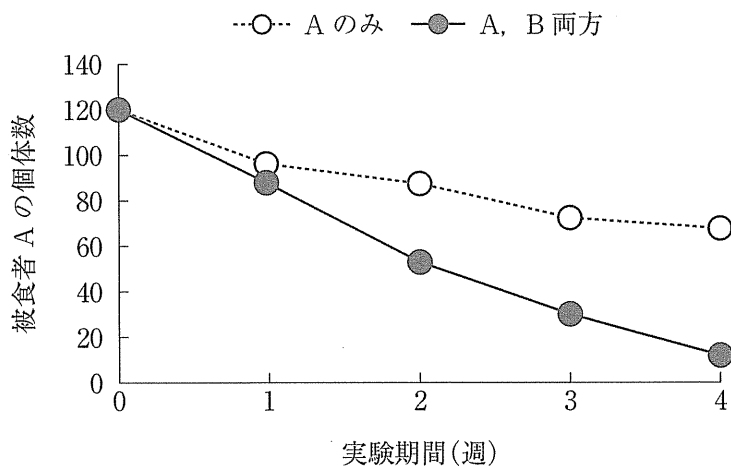


図 2 捕食者に、被食者 A のみを与えた場合、あるいは、被食者 A, B 両方を与えた場合の被食者 A の個体数の変化