

山形大学

平成24年度入学者選抜試験問題

理学部・生物学科

医学部・医学科

工学部・バイオ化学工学科

農学部

理 科

(生 物)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は1ページから15ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって、解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。
大学受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
- 5 **理学部受験者**はⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの4問を解答してください。
医学部受験者はⅠとⅡの2問を解答してください。
工学部受験者はⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの4問を解答してください。
農学部受験者はⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの4問を解答してください。
- 6 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

I つぎのA～Cの文を読んで問1～9に答えよ。

A 脊ついで動物の中樞神経系は脳と脊髄からなり、図1のような神経細胞が集まってできた器官系である。神経細胞はシナプスにより別の神経細胞につながり、ネットワークを形成している。1つの神経細胞で生じた興奮は、シナプスを経て隣接する神経細胞へ伝えられる。

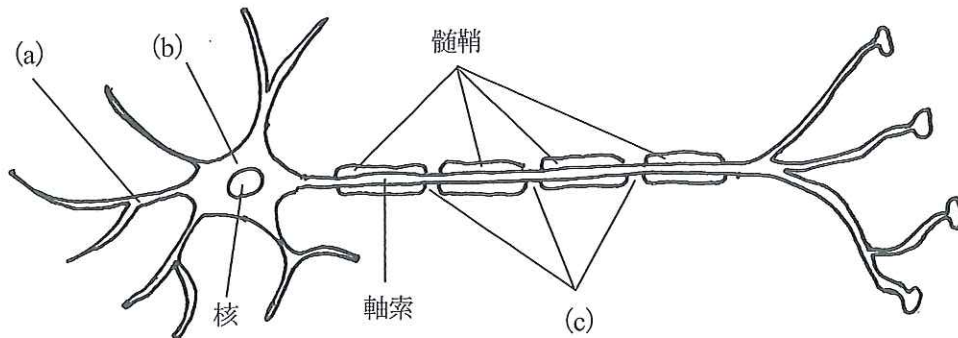


図1 神経細胞の模式図

問1 図1の(a)～(c)の各部位を何とよぶか、解答欄a)～c)にそれぞれ記せ。

問2 文中の下線部について、多くのシナプスでは軸索の末端部からアセチルコリンやノルアドレナリンなどの化学物質が放出されることで、興奮が次の神経細胞に伝えられる。このような化学物質を何とよぶか、解答欄i)に記せ。また、軸索の末端部にある、こうした化学物質が貯蔵されている構造を何とよぶか、解答欄ii)に記せ。

問3 神経細胞には細胞膜を境にして、内外で電位差がある。興奮していない神経細胞の膜電位を何とよぶか、記せ。

B 神経細胞の興奮は活動電位の発生としてとらえることができる。図 2 は、刺激を与えた際の軸索内の膜電位の変化である。

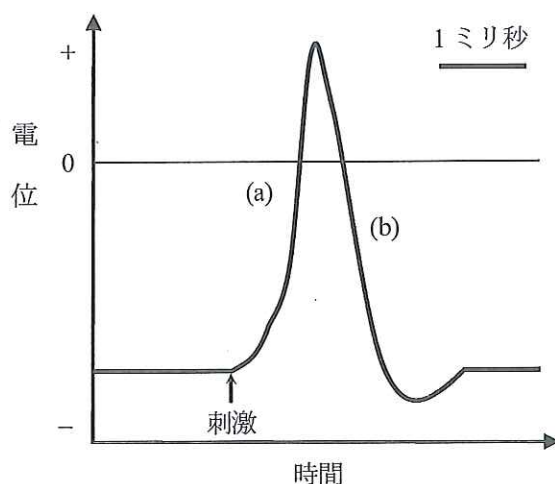


図 2 軸索内の膜電位変化

問 4 図 2 の電位の上昇期(a)において細胞内に流入するイオンの名称を、解答欄 i) に記せ。また、電位の下降期(b)において細胞外に流出するイオンの名称を、解答欄 ii) に記せ。

問 5 軸索の 1 点を刺激し、その末梢部^{まっしょうぶ} 2 カ所から電極 A および B を用いて、活動電位を記録した。表に示す数値を用い、神経繊維(あ)と神経繊維(い)の興奮の伝導速度を計算し、神経繊維(あ)は解答欄 あ) に、神経繊維(い)は解答欄 い) に記せ。ただし、伝導速度の単位は m/秒とし、四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。また、この 2 つの神経繊維のうち 1 つは有髄神経繊維であり、1 つは無髄神経繊維である。有髄神経繊維と考えられる神経繊維は神経繊維(あ)と神経繊維(い)のうちどちらか、解答欄 う) に記せ。なお、測定中の温度は一定であり、2 つの神経繊維の太さは同じであるものとする。

表 神経繊維(あ)と神経繊維(い)における活動電位の伝導

	電極 A, B 間の距離 (mm)	活動電位の時間差 (秒)
神経繊維(あ)	95	0.003
神経繊維(い)	55	0.045

問 6 問 5 において、有髄神経繊維と無髄神経繊維の間で興奮の伝導速度に違いができる理由を、つぎの用語をすべて用いて、150 字以内で記せ。

用語： 髄鞘 活動電位

問7 ある神経の軸索内から細胞内応答を記録した。その神経に弱い刺激を与えたところ、図3のような活動電位の応答が得られた。より強い刺激を与えた時のその神経の応答として適切なものを、図4のア～ウから1つ選び、記号で答えよ。なお、点線は図3で得られた活動電位の最大値を示している。

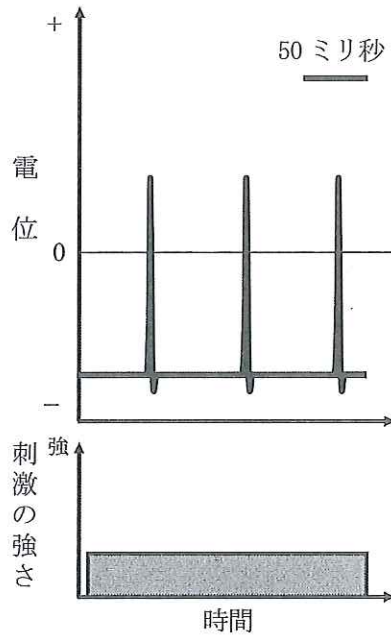


図3 刺激に対する応答

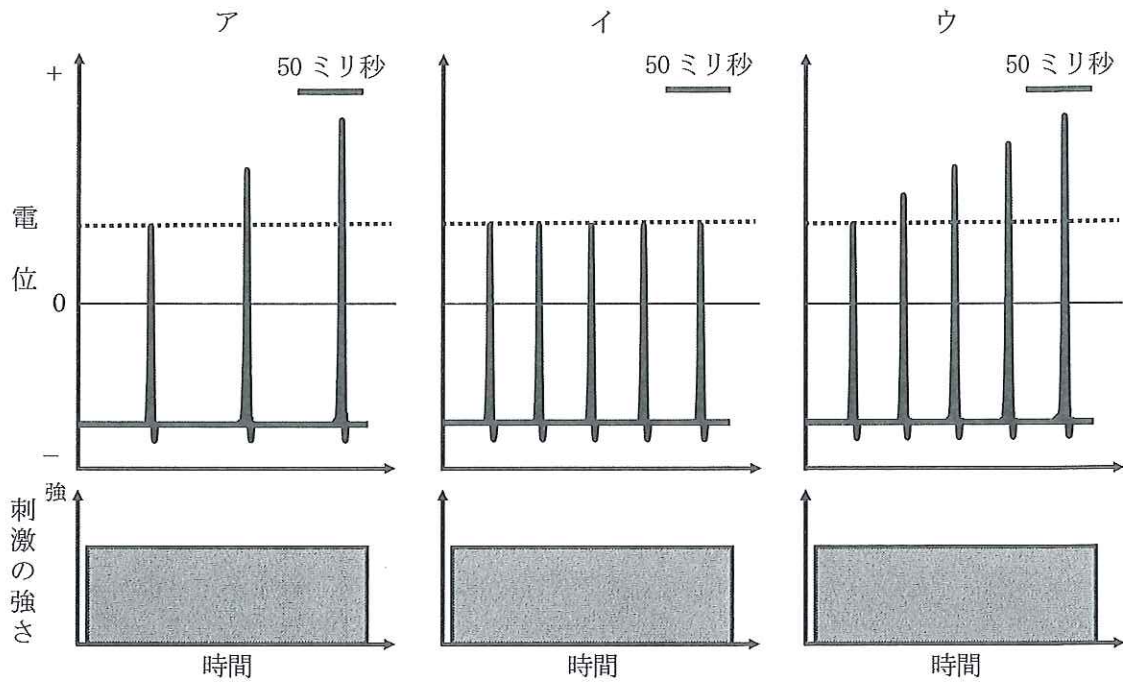


図4 より強い刺激に対する応答

C 脊髄は脊ついで骨の中を走る細長い円柱状をした神経の束であり、その前端は呼吸運動や心臓の拍動を調節する中枢である [ア] につながっている。ヒトでは、31 対の末梢^{まっしょう}神経の束が [イ] 根と [ウ] 根を通過して脊髄に出入りしている。[イ] 根は、主に運動神経の軸索が束になったもので、[ウ] 根は感覚神経の軸索が束になったものである。

問 8 [ア] ~ [ウ] に入る用語を、解答欄 ア) ~ ウ) にそれぞれ記せ。

問 9 ^{しつがいけん}膝蓋腱反射は、ひざ関節のすぐ下を軽くたたくと骨格筋が収縮する脊髄反射の 1 つである。
^{しつがいけん}膝蓋腱反射において、刺激に反応して無意識のうちに骨格筋が収縮する理由を、75 字以内で記せ。

II つぎのA～Cの文を読んで問1～9に答えよ。

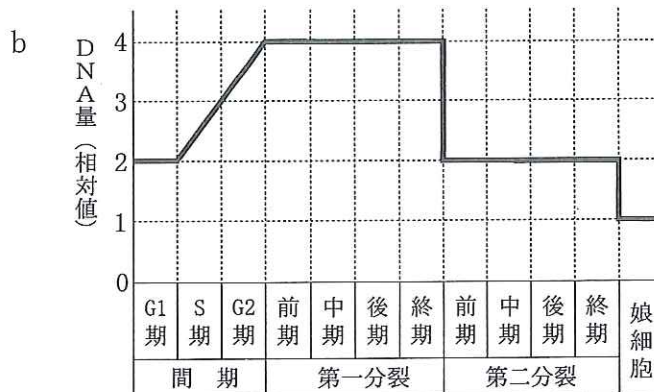
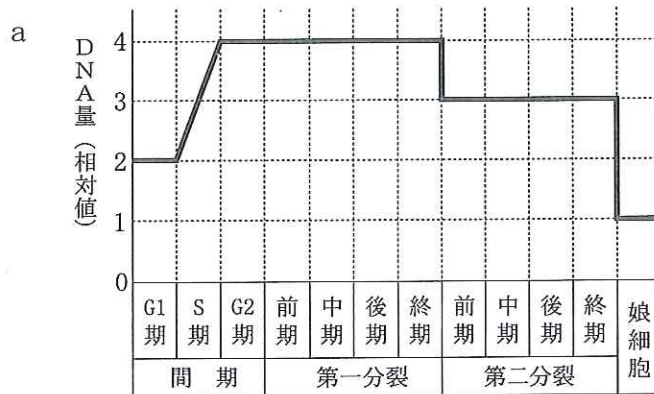
A 動物の配偶子のもとになる細胞は とよばれる。この細胞は、精巣または卵巣の中で、雄では に、雌では になる。 と は体細胞分裂によって増殖した後、それぞれ一次精母細胞と一次卵母細胞となり、減数分裂を経て配偶子になる。

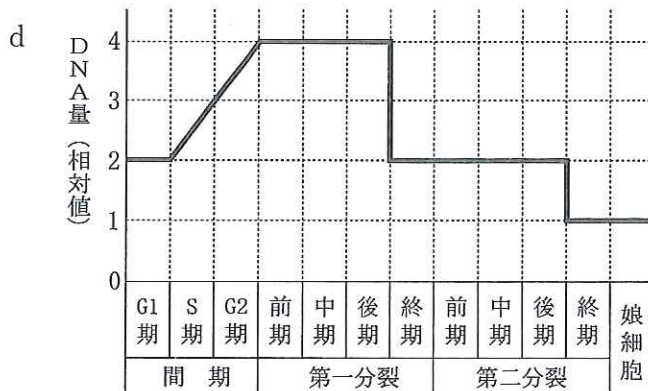
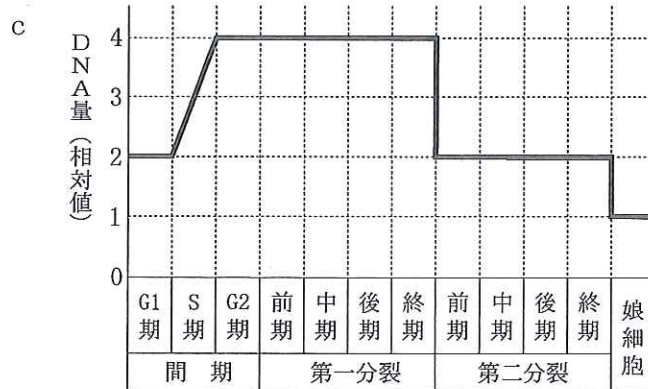
問1 文中の ～ に入る適切な用語を、解答欄 ア) ～ ウ) にそれぞれ記せ。

問2 被子植物において減数分裂が起こる部位の名称を2つ記せ。

問3 減数分裂の第一分裂で起こる、体細胞分裂にはみられない現象を、50字以内で記せ。

問4 つぎのa～dは減数分裂の過程における細胞1個あたりのDNA量の変化を示している。正しい変化を示しているものを1つ選び、記号で答えよ。なお、DNA量は、減数分裂が完了した細胞のDNA量を1とした相対値で示している。





B ウニの受精では、精子が卵の中に入ると、卵から卵膜が離れて①受精膜が形成される。卵の細胞質中で精子の核は となり、 と融合して受精が完了する。その後、受精した卵は、②発生初期の胚に特有の細胞分裂を行う。この分裂を と呼ぶ。

問5 文中の ～ に入る適切な用語を、解答欄 (エ) ～ (カ) にそれぞれ記せ。

問6 下線部①の役割を50字以内で記せ。

問7 ウニの発生において、下線部②の細胞分裂にみられる、通常の体細胞分裂と異なる特徴を、50字以内で記せ。

C ほ乳動物の卵母細胞は、発生の比較的早い段階に卵巣で形成され、減数分裂の第一分裂前期で休止する。成体において、一次卵母細胞が卵巣の濾胞^{ろほう}内で成長すると、減数分裂を再開して受精する能力を獲得する。この現象を卵成熟とよぶ。マウスの卵成熟を調節する物質について調べるため、実験1~4を行った。

実験1 濾胞^{ろほう}から取り出したマウスの一次卵母細胞は濾胞^{ろほう}細胞に囲まれている。これをここでは卵-濾胞細胞複合体 (FOC) とよぶ。FOCを培地に移して 37°Cで 24 時間培養した後、顕微鏡で観察したところ、卵母細胞は第一極体を放出していなかった。

実験2 脳下垂体前葉で合成されるホルモンである物質 X を、実験1と同じ培地に加え、これに FOC を移して 37°Cで 24 時間培養したところ、卵母細胞は第一極体を放出していた。

実験3 FOCから一次卵母細胞だけを取り出した。これをFOCの代わりに用いて実験2と同様の操作を行ったところ、卵母細胞は生存していたが第一極体は放出していなかった。なお、卵母細胞と濾胞^{ろほう}細胞が、卵成熟を調節する物質Xに反応する能力は、FOCから一次卵母細胞だけを取り出す操作によって変わることはない。

実験4 100°C、30 分間の加熱処理をした物質 X を、実験1と同じ培地に加え、これに FOC を移して 37°Cで 24 時間培養したところ、卵母細胞は生存していたが第一極体は放出していなかった。

問8 マウスの体内で物質 X が卵成熟を誘起するしくみについて、実験1~3 だけから推察されることを、以下の用語をすべて用いて 100 字以内で記せ。

用語： 脳下垂体前葉 濾胞細胞 受容体

問9 実験4 から物質 X はタンパク質である可能性が考えられる。このことを確かめるために、トリプシンを用いてどのような実験を行えばよいか。実験の概略と予想される結果を、そのように予想した理由とともに、100 字以内で記せ。

III つぎのAとBの文を読んで問1～9に答えよ。

A 生物の基本単位である細胞は、原核細胞と真核細胞に分けられる。原核細胞は細胞内の構造が単純である。一方、真核細胞は核をはじめ、複雑な細胞小器官をもつ。真核細胞にみられる細胞小器官のうち、ミトコンドリアは が、葉緑体は が、ほかの細胞に取り込まれて共生することで細胞小器官となったと考えられている。細胞小器官の成立に関するこのような考え方を①共生説（細胞内共生説）という。ホイタッカーは、原核細胞からなる原核生物を含むすべての生物を分類するにあたり、生物は原核生物界、、菌界、動物界、および植物界からなるという、 説を提唱した。その後、ウーズ（ウース）らは、遺伝子の塩基配列を比較することで、すべての生物を②大きな3つの生物群（ドメイン）に分けることを提案した。

問1 真核細胞と原核細胞の両方に見られる構造を、つぎのア)～エ)から2つ選び、記号で答えよ。

ア) ゴルジ体 イ) 細胞膜 ウ) 中心体 エ) リボソーム

問2 原核生物を、つぎのア)～エ)から2つ選び、記号で答えよ。

ア) 酵母菌 イ) 根粒菌 ウ) 細胞性粘菌 エ) 硝化菌

問3 文中の ～ にあてはまる用語を、解答欄 a)～d) にそれぞれ記せ。

問4 葉緑体をもつ生物を、つぎのア)～カ)からすべて選び、記号で答えよ。

ア) ゾウリムシ イ) ネンジュモ ウ) マツタケ
エ) ラップムシ オ) ワカメ カ) ワラビ

問5 下線部①の「共生説」の根拠の1つとなった、ミトコンドリアと葉緑体に見られ、ほかの細胞小器官には見られない特徴を、つぎの用語をすべて用いて、50字以内で記せ。

用語： 核のDNA 分裂 増殖

問6 下線部②では、原核生物は、ア)大腸菌やコレラ菌などが含まれる生物群、イ)好熱菌やメタン生成菌などが含まれる生物群、の2つに分類されている。もう1つの生物群は、真核生物全体からなり、イ)の生物群に系統的に近いと考えられている。ア)とイ)の生物群の名称を、解答欄ア)とイ)にそれぞれ記せ。

B カサノリは単細胞性の緑藻で、図1のように、かさ、柄、仮根の3つの部分から構成される。仮根には1つの核があり、核の情報に基づいてかさの形成因子が作られ、その働きにより種特有の形のかさが形成される。真核細胞に見られる核の機能を理解するために、カサノリのA種とB種を用いて実験1と2を行った。

実験1 図1のように、A種をかさ、柄、仮根の3つに切断し、それぞれ培養した。柄だけを培養したところ、切断前と同じ形のかさが形成された。仮根だけを培養したところ、切断前と同じ形のかさと柄が形成された。かさだけを培養したところ、何も形成されなかった。B種で同じ実験を行ったところ、同じ結果が得られた。

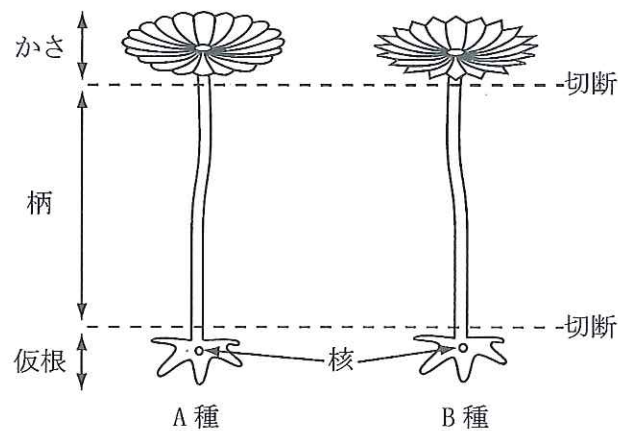


図1 カサノリ2種 (A種とB種) の形態と切断部位

実験2 A種の柄だけを培養したところ、切断前と同じ形のかさが形成された。再生したかさを切除した柄を培養したところ、かさは形成されなかった。一方、図2のように、再生したかさを切除した柄を、切断したB種の仮根に移植し培養したところ、移植した柄からはB種の形のかさが形成された。

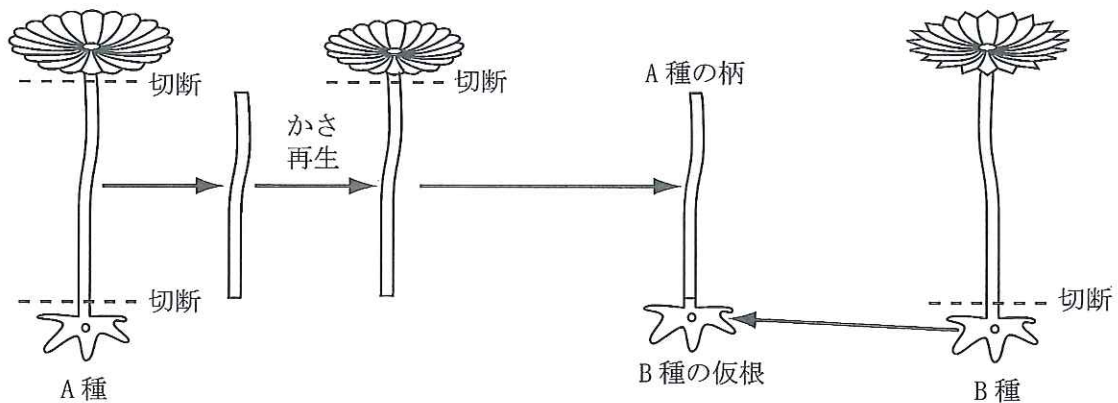


図2 カサノリ2種 (A種とB種) の移植実験

問7 カサノリと同じ緑藻に属する生物を、つぎのア)～カ)から2つ選び、記号で答えよ。

ア) アオサ

イ) クラミドモナス

ウ) テングサ

エ) ヒジキ

オ) ミドリムシ

カ) ヤコウチュウ

問8 実験1で、A種とB種のかさと仮根を切除して得られた柄には核がなかったにもかかわらず、それぞれの種に特有の形のかさが再生した。その理由として考えられることを、25字以内で記せ。

問9 実験2では、移植したA種の柄からB種の形のかさが形成された。その理由として考えられることを、つぎの用語をすべて用いて、75字以内で説明せよ。

用語： 柄 仮根 核 かさの形成因子

IV つぎのA～Dの文を読んで問1～7に答えよ。なお、以下の実験で示すデータ間の差や、データと期待値の差は、偶然生じたものではない。

A 被食者の中には、毒物を体内に蓄積し、目立つ色や模様をもつものがある。これは、健康を害する餌を食べた後に、捕食者に生じる行動の変化の原因となることがある。餌の毒性と模様が捕食者の行動に与える影響を調べるために、実験1と2を行った。なお、実験に用いた餌は、毒性と模様以外は同じだった。

実験1 つぎの操作①～③を行った。

- ① 鳥類Eを1羽、鳥かごに入れ、模様がないう無毒な餌を3個提示し、食べ終わるまで待った。
- ② 模様がないう無毒な餌5個と、模様を描いた有毒な餌5個を、無作為な順序で鳥類Eに1つつつ提示し、1分以内に食べるか否か観察した。
- ③ 20分の間隔をあけて、操作②を合計4回繰り返した。

鳥は有毒な餌を吐き出したが、死んだ個体はいなかった。32羽を用いて実験を行い、図1の結果を得た。なお、有毒な餌に描いた模様は、鳥類Eが自然環境で目にしないようなものを用いた。

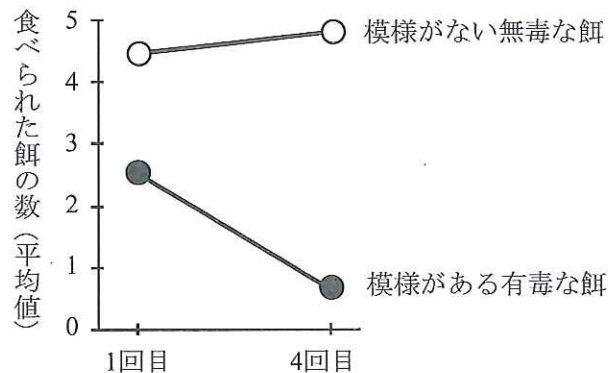


図1 鳥類Eが食べた餌数の変化

問1 有毒な被食者が無毒な被食者と異なる模様をもつことは、捕食者の行動にどのような影響を与えるか、実験1の結果から推察されることを25字以内で記せ。

実験2 鳥類Eが自由に飛び回れる十分広い飼育ケージに、止まり木を設置した。止まり木の下に、模様付きの台紙を敷いた。無毒な餌には台紙と同じ模様を、有毒な餌には台紙と異なる模様を描いて、台紙の上に並べた。鳥類Eを12羽ずつ3群に分け、群(1)では有毒な餌を8個、無毒な餌を192個、群(2)では有毒な餌を24個、無毒な餌を176個、群(3)では有毒な餌を64個、無毒な餌を136個並べた。飼育ケージに1羽ずつ鳥を放ち、200個の餌のうち、はじめに食べられた50個の餌の種類を記録した。どの群もすべての個体の行動を観察し、図2の結果を得た。

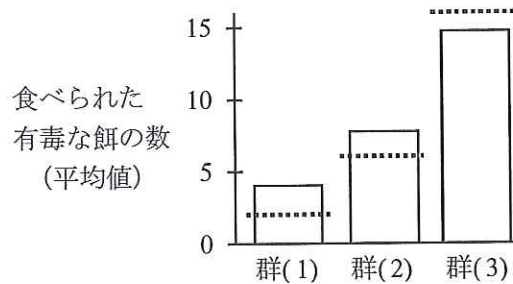


図2 鳥類Eが食べた有毒な餌の数

点線は無作為に食べられた場合に期待される有毒な餌の数を示す
(提示した有毒な餌の数÷200×50)。

問2 目立ちやすい有毒な被食者が生存しにくいのは、どのような場合だと考えられるか、実験2の結果から推察されることを50字以内で記せ。

B 無毒な昆虫F種には、色と模様が異なるタイプαとタイプβがいる。タイプαは全体的に黒い。タイプβは黒地に赤い斑点があり、色と模様が有毒な昆虫G種とよく似ている。さまざまな野外観察を通じて、タイプαよりタイプβの方がより目立ち、捕食者に発見されやすいことが明らかになっている。G種が多い島ほどタイプαは少なくタイプβが多い。

問3 無毒な生物が、有毒な生物によく似た形態をもつことを何とよぶか、記せ。

問4 下線部の状態が生じた理由をAの実験1と2の結果から推察し、75字以内で記せ。ただし、模様以外の性質は、F種のタイプαとβで変わらないものとする。

C 一般に、種は交配が可能な生物の集団と定義されているが、異種間でも生殖能力をもつ雑種が生じることがある。地域1に生息する有毒な昆虫2種(X種とY種)も、その例に当てはまる。両種は生態的地位(ニッチ)に差があるが、行動域が一部重なっていて、野外では低頻度だが雑種が生じる。両種の形状はよく似ているが、はねにある大きな模様がX種は赤色と黄色、Y種は白色である点異なる。いずれの種も模様は雌雄差はない。また、雑種の模様は、X種やY種の模様とは明らかに異なるので、捕食者は雑種を区別できる。

問5 雑種は、野外でX種やY種に比べて捕食されやすい。その理由を、Aの実験1と2の結果から推察し、75字以内で記せ。なお、雑種の毒性や運動能力、耐病性、捕食者から見たときの目立ちやすさは、X種やY種と変わらないものとする。

D 地域1から3000 km離れた地域2には、X種は生息するが、Y種は生息していない。X種の移動能力から考えて、地域1と地域2の個体が直接交配する機会はほとんどない。また、地域2のX種には、黄色の模様がなない。Y種の有無が、X種の生殖行動に与える影響を調べるため、実験3~5を行った。

実験3 X種とY種のオスに、同種や他種のメスの標本を提示して、標本に求愛する時間を測定し、図3の結果を得た。

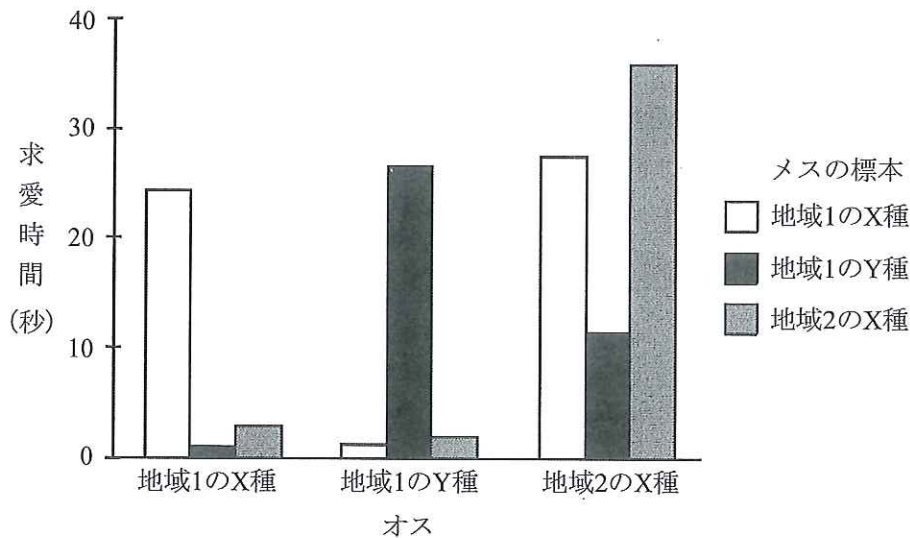


図3 X種とY種のオスの同種と他種のメス標本への求愛時間

実験4 地域1のX種とY種からそれぞれ未交尾のオスとメスを1匹ずつ選び、計4匹を飼育ケージに放ち、最初に交尾した組み合わせを記録した。1200匹を用い300回観察し、表1の結果を得た。

表1 最初に生じた交尾ペアの頻度

		オス	
		地域1のX種	地域1のY種
メ ス	地域1のX種	168	0
	地域1のY種	0	132

実験5 地域2のX種と地域1のY種からそれぞれ未交尾のオスとメスを1匹ずつ選び、計4匹を飼育ケージに放ち、最初に交尾した組み合わせを記録した。1200匹を用い300回観察し、表2の結果を得た。

表2 最初に生じた交尾ペアの頻度

		オス	
		地域2のX種	地域1のY種
メ ス	地域2のX種	145	0
	地域1のY種	30	125

問6 実験3～5から、つぎのことが推察される。に入る適切な用語を解答欄に記せ。

地域2に比べ、地域1の方がX種とY種の間で 隔離が進行している。

問7 実験3～5で示されたX種の行動の地域差は、Y種の存在に応じて、X種が生殖行動を適応させた結果だと考えられている。その適応を示す地域1のX種の行動を、その意義とともに、75字以内で記せ。