

令和3年度 入学試験問題訂正等用紙

一般選抜 前期日程

教科・科目等： 生物A

学部・学科等： 教, 理, 工, 農

訂正等種別

(該当する番号を○で囲む)

①	問題の訂正
2	解答用紙の訂正
3	補足説明

7ページ 問3 5行目

(誤) 適切な語句を入れよ。ただし、語句は以下より選べ。

(正) 最も適切な語句を以下より選べ。ただし、同じ語句は2度使うことができない。

令和3年度前期日程入学試験問題

生 物 A

教 育 学 部

理 学 部

工 学 部

農 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は20ページ(表紙、白紙を除く)です。試験開始後、確認してください。
- ③ 問題は **1** から **4** まで4題あります。
- ④ 解答は、解答用紙の指定の欄に記入しなさい。
- ⑤ 解答用紙は、(その1)と(その2)の2枚あります。
(その1)には **1** と **2** (裏)の解答欄が、
(その2)には **3** と **4** (裏)の解答欄があります。
- ⑥ それぞれの解答用紙の指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑦ 字数が指定されている問については、アルファベット、算用数字、句読点を含め、1マスに1字ずつ記入しなさい。

1 次の文章を読んで、問 1～5 に答えよ。

多くの動物の体には、前後軸(頭尾軸)、軸、軸の体軸が存在し、これに沿って体が形成される。ショウジョウバエでは、卵形成の過程で卵細胞質に mRNA として蓄積され、受精後に翻訳されて他の遺伝子の転写や翻訳を調節する遺伝子が体軸の形成に重要な役割を果たしている。とナノスはショウジョウバエの前後軸を形成する遺伝子であり、とナノスの mRNA はそれぞれ卵細胞質の前部と後部に局在している。これら 2 つの遺伝子は受精卵の前後の異なる領域で複数の調節遺伝子を発現させる。その後、分節遺伝子が体の基本構造となるの形成を促し、さらにが形成されたあと、ホメオティック遺伝子群が、それぞれのの位置情報に従って、触角や眼、脚などの器官を順次形成するように作用する。そのためホメオティック遺伝子に変異が生じると、体の一部が別の部分に換わるような変異体ができる。

問 1 上の文章のからに適切な語句を入れよ。

問 2 下線部①の遺伝子の総称を記せ。

問 3 ハンチバック遺伝子はナノス遺伝子と同様に卵形成の過程で mRNA が卵細胞質に蓄積される遺伝子である。このハンチバック遺伝子とナノス遺伝子の mRNA とタンパク質の受精前後の卵細胞質内での分布は図 1 の通りであった。次の(1)、(2)に答えよ。

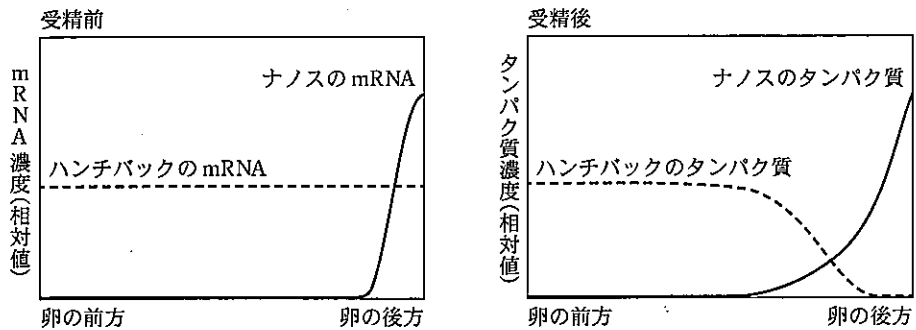


図1 ナノス遺伝子とハンチバック遺伝子の mRNA とタンパク質の卵細胞質内分布

- (1) ナノスの mRNA は卵の後方に存在するのに対して、ナノスのタンパク質は mRNA よりも卵の前方にまで存在する理由を 50 字以内で説明せよ。
- (2) ハンチバックに対するナノスの働きについて 50 字以内で説明せよ。

問 4 ある遺伝子 A はショウジョウバエの複眼の形成に必須の遺伝子であり、この遺伝子に変異が生じて機能が失われると複眼は形成されない。一方で、遺伝子組換えによって、この遺伝子 A を本来は眼にならない成虫原基*で発現させると、そこで複眼が形成される。また、ショウジョウバエの遺伝子 A の塩基配列と相同性が高いマウスの遺伝子 B を、遺伝子組換えによってショウジョウバエの成虫原基で発現させると、ショウジョウバエの複眼が生じた。このことから、遺伝子 A または遺伝子 B がコードしているタンパク質が眼の形成においてどのような役割をしていると考えられるかを 100 字以内で説明せよ。

*成虫原基

昆虫の幼虫に存在し、成虫になると翅^{はね}、脚、触角などになる器官。

問 5 下線部②について、四足動物の肢(手またはあし)は、体の側方に形成される肢芽から発生し、前部の肢芽からは前肢が、後部の肢芽からは後肢が順次形成される。肢芽の先端部には、外胚葉の細胞から形成される外胚葉性頂堤(AER)が存在し、また AER には中胚葉に由来する進行帯と呼ばれる組織が隣接している。今、四足動物の肢の形成を確認するために、ニワトリの初期胚の前肢の肢芽から AER の除去、または進行帯の除去と別組織の移植を行い、その後、発生を継続したニワトリ胚における前肢の形成を確認したところ、図 2 に示すようになった。この実験をもとに、肢の発生における AER と進行帯の役割を 50 字以内で説明せよ。

この部分については、著作権の処理が未完了のため、公開できません。

図 2 ニワトリの前肢の発生における AER と進行帯に関する実験
(和田勝『基礎から学ぶ生物学・細胞生物学 第3版』, p.209, 2015年, 一部変更)

2 次の文章を読み、問1～6に答えよ。

種子植物を日長に対する花芽形成の様子から大きく分けると、日長が一定の長さ以上になると花芽を形成する長日植物、日長が一定の長さ以下(暗期が一定の長さ以上)になると花芽を形成する短日植物、また、日長や暗期の長さに関係なく一定の大きさに成長すると花芽を形成する中性植物の3種類になる。このうち、短日植物で、花芽形成が起こりはじめる連続暗期の長さは植物が生育する環境によって異なっている。^①熱帯地方を原産とする植物の場合、関東地方の自然条件下では開花しないことが多い。サツマイモはアサガオと同じ短日植物であるがアサガオとは異なり、関東地方では自然条件下で花を咲かせることは難しい。そこでサツマイモの開花を誘導する方法を検討するため、図1に示すように、アサガオの芽ばえに、根を切除したサツマイモの芽ばえを接ぎ木する実験をおこなった。

これらの植物を長日条件で栽培したところ、いずれの植物においても花芽は形成されなかった。一方、(a)のアサガオで花芽が形成される短日条件では、(c)と(e)で穂木*のサツマイモにおいても花芽が形成され、(b)と(d)では花芽は形成されなかった。

さらに(c)の接ぎ木植物でアサガオの子葉をアルミホイルで覆い、葉に光が当たる時間を短日条件と一致させると、長日条件下でも花芽が形成された。

*穂木

接ぎ木の時に根を残し土に植わっている方を台木といい、根を切除して台木に接ぐ植物のことを穂木という。

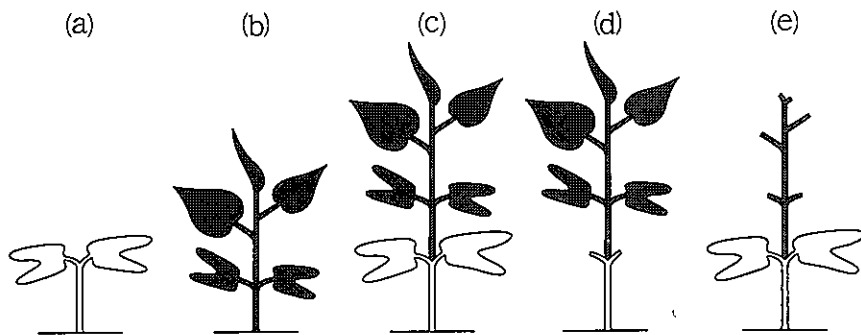


図1 実験に用いた植物

- (a) アサガオの芽ばえ
- (b) サツマイモの芽ばえ
- (c) アサガオの芽ばえにサツマイモを接ぎ木した植物
- (d) アサガオの葉を切除した芽ばえにサツマイモを接ぎ木した植物
- (e) アサガオの芽ばえに葉を切除したサツマイモを接ぎ木した植物

開花したアサガオには、赤紫色の花をつける個体と、青色の花をつける個体がみられた。赤紫色の花の個体は、アントシアニン合成に関与する酵素の遺伝子 M に、劣性の突然変異が生じ、正常な色素の合成ができなくなっていた。ここでは突然変異の生じた対立遺伝子を m と表記することにする。また、複数の花弁で作られる器官を花冠といい、アサガオは図2のように花弁が融合した花冠をもつが、開花したアサガオには、花冠が大きい個体と、花冠が小さい個体が見られた。花冠の大きさの違いは遺伝子 N によるもので、劣性対立遺伝子 n がホモ接合のときに花冠は小さくなっていた。 M と N は同じ染色体に存在している。今、青色で花冠の大きい花を持つ個体と、赤紫色で花冠が小さい個体を交配して雑種第一代を得た。次に、この雑種に再び赤紫色で花冠が小さい花を持つ個体を交配したところ、次のように表現型が分離した。

青色の花, 大きい花冠	83 個体
青色の花, 小さい花冠	18 個体
赤紫色の花, 大きい花冠	22 個体
赤紫色の花, 小さい花冠	77 個体

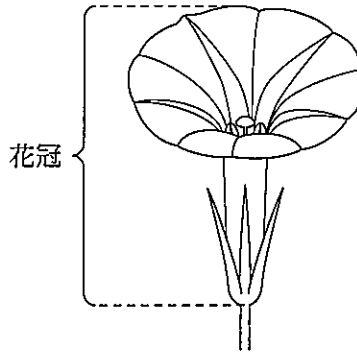


図2 アサガオの花冠

問 1 下線部①の花芽形成が起こり始める連続暗期の長さを何とどうか記せ。

問 2 図3は、日の出から日の入りまでの時間と植物 A, B, C の種まきから開花までの日数を示したグラフである。植物 A, B, C が長日植物, 短日植物, 中性植物のどれにあたるのか記せ。

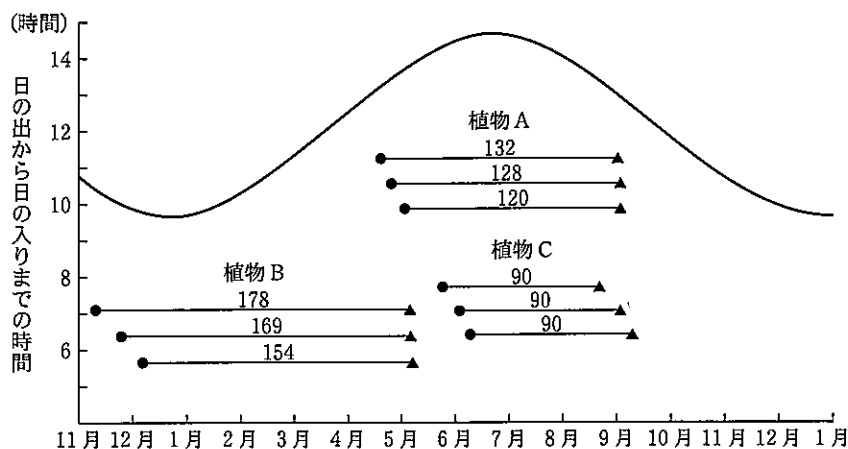


図3 茨城県の日の出から日の入りまでの時間と植物A, B, Cの種まきから開花までの日数

●は種をまいた日, ▲は開花日。線の上の数字は種まきから開花までの日数を表す。

問3 植物では、日長などの環境要因に応じてフロリゲンと呼ばれる物質が合成され、フロリゲンの働きによって花芽形成が誘導されることが知られている。次の文章は図1の植物(a)~(e)を使った本文の実験結果からわかる、フロリゲンの特徴について述べている。この文章の から に適切な語句を入れよ。ただし、語句は以下より選べ。

- より短い より長い サツマイモの葉 アサガオの子葉
 サツマイモの茎 アサガオの茎 アサガオの芽ばえ
 穂木のサツマイモ サツマイモの根 アサガオの根 温度
 日長 光の波長

(a)のアサガオでは花芽が形成される短日条件でも、(b)のサツマイモでは花芽が形成されなかったため、サツマイモでは 連続暗期がフロリゲンの合成に必要であることがわかる。次に、花芽が形成されなかった(b)のサツマイモを(c)のようにアサガオの芽ばえに接ぎ木すると、接ぎ木植物では花芽が形成されたため、フロリゲンは から へ移動することがわかる。一方、(e)のようにサツマイモの葉を切除しても花芽は形成されるが、(d)のようにアサガオ

の子葉を切除した場合には、穂木のサツマイモに花芽が形成されなかった。そのため、接ぎ木植物(C)におけるフロリゲンの合成には エ が必要であることがわかる。さらに、接ぎ木植物(C)を長日条件で栽培しても、アサガオの子葉をアルミホイルで覆って短日条件をあたえると、花芽が形成されたため、アサガオは子葉で オ の情報を受容することがわかる。

問 4 次の(1), (2)に答えよ。

- (1) 遺伝子 M と遺伝子 N の組換え価(%)を計算式とともに示せ。
- (2) 雑種第一代を自家受粉して得られる雑種第二代の表現型を示し、その出現数の比を最も簡単な整数比で示せ。

問 5 赤紫色の原因となる劣性対立遺伝子 m では1塩基置換によって遺伝子 M に突然変異が生じていた。花の咲く前に各個体の花色を調べるため、1塩基置換の周辺領域をPCR法で増幅してDNA塩基配列の解読を行うことにした。下の図4はPCRで増幅する予定の塩基配列である。PCR法では通常20塩基程度の1本鎖DNAをプライマーとして用いる。このPCR法によって増幅予定領域のDNAが正しく増幅されるプライマーを選択肢ア～エと選択肢オ～クのなかから1つずつ選べ。

ア 5' -CCATAGCTCGTGATCCCAAT-3'	オ 5' -TCTTTTCGGGTTGCACCTAT-3'
イ 5' -ATTGGGATCACGAGCTATGG-3'	カ 5' -AGAAAAGCCCAACGTGGATA-3'
ウ 5' -GGTATCGAGCACTAGGGTTA-3'	キ 5' -TATCCACGTTGGGCTTTTCT-3'
エ 5' -TAACCTAGTGCTCGATACC-3'	ク 5' -ATAGGTGCAACCCGAAAAGA-3'

5' -CCATAGCTCGTGATCCCAATGTGTG · ·
 中略
 · GGTGGAGAAAAGCCCAACGTGGATA-3'

図4 遺伝子 M のPCR増幅予定領域のDNA塩基配列
 簡便のため、DNAの二本鎖のうち一本鎖の配列のみを示す。

問 6 図 5 は遺伝子 M で生じた突然変異の原因となる 1 塩基置換を含む遺伝子の部分的な DNA 塩基配列を解読した結果と、その DNA 塩基配列が指定するアミノ酸配列である。次の(1)、(2)に答えよ。

(A)

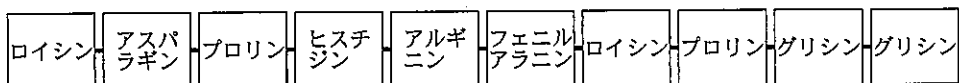
対立遺伝子 M 5'-CTCAACCCACACCGATTCTTGCCCTGGTGA-3'

対立遺伝子 m 5'-CTCAACCCACACTGATTCTTGCCCTGGTGA-3'

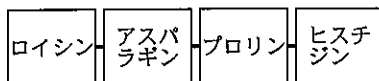
(B)

アミノ末端側

カルボキシル末端側



対立遺伝子 M の指定するアミノ酸配列



対立遺伝子 m の指定するアミノ酸配列

図 5 遺伝子 M の 2 つの対立遺伝子における部分 DNA 塩基配列 (A) とそれらの配列が指定するアミノ酸配列 (B)

(A) の DNA 塩基配列の下線は塩基置換の位置を示す。

- (1) 遺伝子 M に生じた突然変異がアミノ酸配列を変化させた理由を 50 字以内で説明せよ。
- (2) 突然変異によって生じた遺伝子産物のアミノ酸配列の変化と花色の関係を 100 字以内で説明せよ。

3 次の文章を読み、問1～7に答えよ。

植物は様々な環境の影響を受けながら一生をおくっている。特に、光は、植物の光合成に必要なエネルギー源であり、発芽や花芽形成、光屈性など、環境応答にとっての重要な情報となっている。

植物の光合成は葉緑体でおこなわれる。葉緑体は植物の葉、茎、果実などの緑色の部分にある細胞に存在する。葉緑体の内部にあるへん平な袋状の構造の の膜には光合成色素が存在し、光合成ではこの色素に吸収された光エネルギーが利用される。^①

植物は、光合成色素の他にも光受容体を持ち、周囲の光環境の情報を得ている。光受容体は、いずれも色素を含むタンパク質で、色素が特定の波長を吸収するとタンパク質部分の立体構造が変化することにより細胞内に情報が伝達され、光に対するさまざまな反応が引き起こされる。光受容体である フォトトロピンとクリプトクロムは同様の波長の光を受容するがその働きは大きく異なる。^②

また、主に赤色光と遠赤色光を吸収する は種子の光発芽において光を受容する役割を果たしている。 は、赤色光(R、波長が660 nm付近の光)を吸収すると遠赤色光吸収型(P_{fr} 型)へ、遠赤色光(FR、波長が730 nm付近の光)を吸収すると赤色光吸収型(P_r 型)へと可逆的に分子構造が変化する。この可逆反応が引き金となり、光発芽種子の発芽促進などの形態形成を引き起こす。 は通常、細胞質に存在するが、 に変化すると核内に移動し、様々な遺伝子の発現調節にかかわる。光発芽種子では が増加するとある植物ホルモン(植物ホルモンXとする)の合成が誘導される。^③

光発芽種子の発芽実験を以下のように実施した。

(実験) 図1に示すとおり、光発芽種子を植物ホルモンXを添加した水(植物ホルモンX有)または水(植物ホルモンX無)に浸し十分に吸水させた(吸水処理)。その後、ペトリ皿に水で湿らせたろ紙を敷き、その上に光発芽種子を置き5分間ずつ赤色光(R)および遠赤色光(FR)をさまざまな順序で照射した(光照射処理)。その後、25℃の暗所で1週間栽培し、発芽の有無について調べた。その実験結果は表1のとおりである。

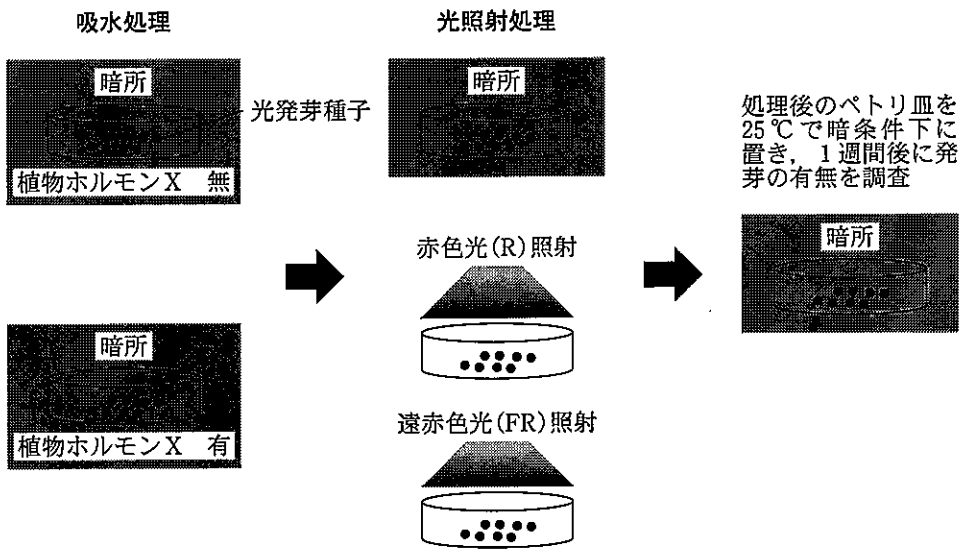


図1 光発芽種子の発芽実験の方法

表1 光発芽種子の発芽実験の結果

植物ホルモン X 添加の有無	光照射処理	発芽の有無
無	暗所	無
有	暗所	有
無	R	有
有	R	有
無	FR	無
有	FR	有
無	R→FR	無
有	R→FR	有
無	FR→R	有
有	FR→R	有

問1 本文中の から に適切な語句を入れよ。なお、 と には、 P_r 型または P_{fr} 型のどちらかを選び入れよ。

問 2 下線部①について、エンゲルマンがアオミドロを用いて行った実験に関する次の文章を読み、(1)、(2)に答えよ。

エンゲルマンは、アオミドロと酸素が多いところに集まる好気性細菌を用いて、光合成に有効な光の波長を明らかにした。図2のようにアオミドロのらせん状に並んだ葉緑体にさまざまな波長の光を当てたところ、酸素を好む細菌の集まり方が波長によって異なることを明らかにした。この結果は、アオミドロから放出される酸素の量が波長によって異なることを示している。

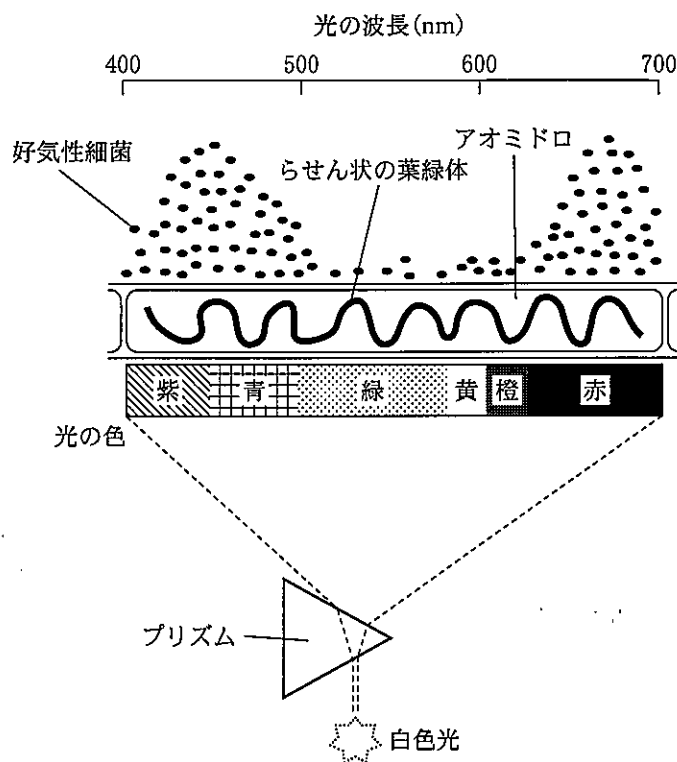


図2 エンゲルマンの実験

(1) 光合成に有効な光を下記より3つ選び記せ。

紫色光 青色光 緑色光 黄色光 赤色光

(2) 植物の葉が緑色に見える理由を図2より推察して75字以内で説明せよ。

問 3 下線部②について、(1)、(2)に答えよ。

(1) フォトリピンとクリプトクロムが受容する光の色を記せ。

(2) フォトリピンとクリプトクロムの主な働きについて、下記より適当なものをすべて選べ。ただし、フォトリピンは解答欄 a に、クリプトクロムは解答欄 b に記せ。

光屈性 気孔の開口 伸長成長の抑制 伸長成長の促進
発芽促進 発芽抑制

問 4 下線部③の植物ホルモン X の名称を答えよ。

問 5 光発芽種子の発芽実験において、以下の表 2 に示す処理をした場合の(a)～(d)の発芽の有無を答えよ。

表 2 光発芽種子の発芽実験の結果

植物ホルモン X 添加の有無	光照射処理	発芽の有無
無	R→FR→R	(a)
有	R→FR→R	(b)
無	FR→R→FR	(c)
有	FR→R→FR	(d)

問 6 光が光発芽種子におよぼす影響について、正しいものを以下よりすべて選べ。

- ① R は種子の発芽を促進する。
- ② FR は種子の発芽を促進する。
- ③ 植物ホルモン X は種子の発芽を促進する。
- ④ R は FR の効果を打ち消す。
- ⑤ FR は R の効果を打ち消す。
- ⑥ FR は植物ホルモン X の効果を打ち消す。

問 7 ある畑の土壌中には雑草 Y の種子が均一に含まれている。その畑の全面を均一に耕した後、畑の半分(畑 A)に作物 Z の苗を移植することにより栽培した。残りの半分の畑(畑 B)では作物を栽培しなかった。その後、畑 A、畑 B における作物 Z の生育状況と雑草 Y の芽が出た(出芽した)数を 5 日ごとに調査した。なお、調査の際には、出芽した雑草 Y を含むすべての雑草は畑より回収した。畑 A では作物 Z が徐々に大きくなり栽培開始 2 か月後には成長した茎葉が地表面を隙間なく覆っていた。この畑 A では作物 Z の成育に伴い雑草 Y の出芽数が徐々に減少し、栽培開始 2 か月後には出芽が認められなくなった。一方、畑 B では雑草 Y の出芽が続いていた。栽培開始後 2 か月間の雑草 Y の総出芽数は畑 B に比べて畑 A では明らかに少なかった。雑草 Y の総出芽数が畑 B に比べて畑 A で少なかった理由を、以下の語句をすべて用いて 150 字以内で説明せよ。

光合成 赤色光 遠赤色光

4 潮間帯で生物を観察しているAさんとBさんの会話を読み、問1～4に答えよ。

A 岩にいろいろな生物がくっついているね。

B これはイソギンチャクだな。あ、これは何の貝だろう？

A 黒っぽいのはイガイの一種で、こっちはカサガイの一種だね。これは変な殻だけど、ヒザラガイの一種だよ。

B この貝は？

A イボニシっていう、肉食性の貝だよ。

B これは？

A フジツボだね。フジツボや、こっちにいるカメノテは、エビやカニの仲間だよ。

B え、これ貝じゃないんだ・・・。エビとは全然形が違うよ？

A フジツボやカメノテは、卵からふ化してしばらくはプランクトンとして浮遊生活をし、ある程度大きくなると岩などに固着するんだ。石灰質の殻をもっているよね。エビやカニは普通、それぞれの個体がオスかメスかに分かれている雌雄異体だよ。だけどフジツボやカメノテは、多くの種は1個体が精子と卵を両方つくり、オスとしてもメスとしても機能できる雌雄同体なんだ。フジツボは殻の直径の数倍の長さの雄性生殖器を別の個体まで伸ばして、交尾し、精子を送りこむんだよ。

B へえええ。

B あ、これヒトデだよ？星みたい。

A そうだよ、ヒトデも肉食で、貝もフジツボも食べるそうだよ。



イガイ



カサガイ



ヒザラガイ



イボニシ



フジツボ



カメノテ



ヒトデ

図1 潮間帯でみられた生物

問1 潮間帯で見られる生物の分類について、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 下の①～④の生物と最も近縁な生物をa～fより選び、それぞれ記号で答えよ。

① イボニシ

② フジツボ

③ ヒトデ

④ イソギンチャク

a モンシロチョウ

b ウニ

c ホヤ

d サンゴ

e ダイオウイカ

f ミミズ

(2) 下の①～⑤の生物から、新口動物をすべて選び、番号で答えよ。

① イボニシ

② フジツボ

③ ヒトデ

④ イソギンチャク

⑤ ホヤ

問 2 北アメリカのある地域の潮間帯で、岩に付着する生物の群集を調べたところ、図 2 のような「食う—食われる」の関係がみられた。この場所では図 2 の関係に含まれる生物以外にも、カイメンやイソギンチャク、藻類など計 15 種の多細胞生物の生息が確認できた。

この場所で、岩の表面の長さ 8 m、幅 2 m の区画からヒトデを 1 年以上にわたって除去し、区画内の種を継続的に調査した。また、それをヒトデを除去しない対照区と比較した。その結果、対照区は以前と比べてほぼ変化がなかったが、ヒトデ除去区では非常に大きな変化が起こった。まず除去後 3 ヶ月が経過するころには、フジツボの 1 種が岩の 60~80 % を占めるようになった。ところが 1 年後には、今度はイガイが急速に岩表面の大部分を占め、ところどころにカメノテとイボニシが散在する状態になった。岩表面の空間の多くがイガイに覆われてしまったため、藻類は激減し、ヒザラガイやカサガイは消失した。また、ヒトデと直接「食う—食われる」の関係になかったカイメンやイソギンチャクも個体数が減少し、最終的に多細胞生物の種数は 8 種になった。

この部分については、著作権の処理が未完了のため、公開できません。

図 2 潮間帯の付着生物にみられた「食う—食われる」の関係

四角の枠(ヒトデ：実線，イボニシ：点線)の中の数字は、各被食者を捕食した割合を、カロリー換算(%)で示したものである。

(嶋田正和他『動物生態学 新版』海游舎，p.322，2005年，一部変更)

- (1) この潮間帯の生物では、1種の生物が複数種の生物に食べられたり、1種が複数の種を捕食したりする複雑な関係がみられる。このような複雑な「食う—食われる」の関係を何とというか記せ。
- (2) ヒザラガイ、カサガイ、イガイ、フジツボの間には、どのような種間関係があったと考えられるか。最も適切なものを選んで記号で答えよ。
- ア 相利共生 イ 競争 ウ 寄生
エ 相変異 オ 腐食連鎖
- (3) ヒトデを除去した場合、この潮間帯の生物群集では、共存できる種数が減少した。なぜそのような結果になったのか 75 字以内で説明せよ。
- (4) ヒトデのように、生物量や個体数は少ないけれども、その存在が群集の種組成や構成種の個体数に大きな影響を与える生物種を何とというか記せ。

問 3 AさんとBさんが観察したところ、岩へのフジツボの分布のしかたには特徴があり、同種のフジツボが互いに近くに集中していた。フジツボの岩への定着に影響する要因に関して、タテジマフジツボを使った次のような実験が行われている。フジツボの分布が集中するしくみを下記の実験の結果に基づいて考え、実験結果と関連させて100字以内で説明せよ。

(実験) プラスチック容器を用意し、容器内部の底面の一部に、タンパク質を吸着しやすい材質のシート(①と②)を貼り付けた。②のシートは、事前にフジツボの成体から抽出したタンパク質を含む抽出液に浸しておいた。そこに100 mLの海水を入れ、定着する時期のフジツボ幼生(キブリス幼生)100個体を入れた。2日後に両方のシート上と、容器底面のシートが貼られていない部分に定着したフジツボ個体数を数えた。その結果、シートあるいはシートが貼られていない容器底面に定着したフジツボの個体数は図3のようになった。ただし、シート①と②の面積は等しい。

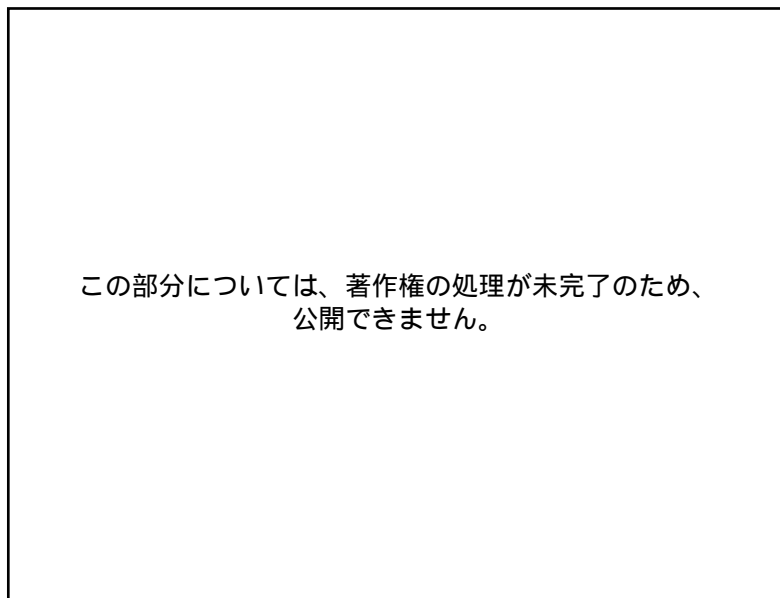


図3 タテジマフジツボの定着個体数

(松村清隆他, Sessile Organisms 19巻, p.96, 2002年, 一部変更)

問 4 フジツボは雌雄異体であった祖先から、雌雄同体になるよう自然選択で進化したと考えられる。フジツボにおいて、同種個体どうしが集中して分布する性質と、雌雄同体であるという性質は、繁殖に関して自然選択上どのような利点があると考えられるか。問題文冒頭のAさんとBさんの会話も参考にして、150字以内で説明せよ。