

令和3年度入学試験（後期日程）

出題意図及び模範解答

生 物

1

出題意図

生態系における生物同士のつながり（「生物基礎」の範囲）を理解しているかについて問う（問1～2）。また、条件文を的確に読みとり、その内容理解をふまえて記述式の問いに答えられる読解力、考察力を図る（問3～4）。さらに、仮説を検証するための操作実験を適切にデザインできるかを問う（問5）。

問1

オ

問2

イ、ウ

問3

記述問題の正答例は開示していません。

問4

タコの密度：

高くなる

巻き貝のタコによる被食率：

高くなる

問5

記述問題の正答例は開示していません。

方法：

結果：

2

出題意図

植物の光合成機構，植物ホルモンの働きならびに酵素に関する基本的な知識 (問 1～3, 5) や，環境要因が植物におよぼす影響 (問 2, 4, 5) について問う。

問 1

ア： チラコイド	イ： NADPH	ウ： ストロマ
エ： 光合成色素	オ： 触媒	カ： ポリペプチド
キ： 四次	ク： 基質	ケ： アブシシン酸

問 2

記述問題の正答例は開示していません。

問 3

記述問題の正答例は開示していません。

問 4

記述問題の正答例は開示していません。

問 5

a, b, c

3

出題意図

遺伝子情報の発現に関する知識と理解度を問うた。問 1、問 2 では転写と翻訳に関わる用語の知識を、問 3 では与えられた情報から解答を導き出す考察力を問う。問 4 では原核生物と真核生物の違いの理解度を問う。問 5 では、遺伝情報の翻訳についての考察力を問う。問 6 では、与えられた語句を使って遺伝子情報を読む技術の原理を説明することを問う。

問 1

ア：tRNA (転移 RNA, 運搬 RNA でも可)	イ:rRNA (リボソーム RNA でも可)	ウ： RNA ポリメラーゼ	エ： エキソン
オ： リボソーム	カ： コドン	キ： アンチコドン	ク： ペプチド

問 2

セントラルドグマ

問 3

5´-GAGGAGGCGCAUCCACAGGGCCAU-3´

問 4

記述問題の正答例は開示していません。

問 5

記述問題の正答例は開示していません。

問 6

記述問題の正答例は開示していません。

4

出題意図

両生類の発生のうち、初期発生から体軸の決定・原腸形成までに起きる主要なイベントの基本的な理解を問う内容である。単元としては、『初期発生』『細胞の分化と形態形成』にあたる。問1は基礎的な用語を問う。問3は両生類背腹軸の決定原理を、複数の分子の動態と作動機序について詳細に問う。問2は受精後の特殊な細胞分裂が体細胞分裂とどう違うかの理解度を図る。

問1

ア	植物極	イ	灰色三日月環、灰色三日月、灰色新月環のいずれでも可	ウ	微小管
エ	卵割	オ	割球	カ	胞胚
キ	動物	ク	ノーダル (TGFβ受容体も可)	ケ	オーガナイザー、形成体、二次胚形成、原口胚唇部移植のいずれでも可。

問2

記述問題の正答例は開示していません。

問3

BMPの産生箇所と分布 G	コーディンの産生箇所と分布 D
BMPは外胚葉を何に分化させる役割を担うか？ 表皮	コーディンは外胚葉を何に分化させる役割を担うか？ 神経
BMPは上記役割を果たすために何と結合するか？ BMP受容体	コーディンは上記役割を果たすために何と結合するか？ BMP

令和3年度 入学試験問題（後期日程）
問題訂正
「生物」

【問題冊子】

10ページ 4 1行目，2行目，3行目

(誤) 「侵入」

(正) 「進入」

令和3年度入学試験問題

生 物

注 意 事 項

1. この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっています。解答はすべての解答用紙の指定されたところに記入しなさい。それ以外の場所に記入された解答は、採点の対象となりません。解答用紙は5枚あります。
3. 本学の受験番号をすべての解答用紙の指定されたところへ正しく記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
4. この問題冊子は、表紙を含めて16ページあります。問題は4ページから11ページにあります。ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、監督者に申し出なさい。
5. 問題冊子の余白等は適宜利用しても構いませんが、どのページも切り離してはいけません。
6. この問題冊子は持ち帰りなさい。

1 次の文章を読み、問に答えよ。

海岸の岩礁には様々な動物が「食う－食われる」の関係を維持しながら共存している。岩礁に生息する2種類の被食者である巻貝と二枚貝について、その個体数に対して共通の捕食者であるタコがおよぼす影響をみるために観察と実験をおこなった。

タコは通常巻貝よりも二枚貝の方を好んで餌として選択した。岩の割れ目が多い区域(区域A)では、二枚貝とタコは多く生息していたが、巻貝は少なかった。それに対して、割れ目がほとんどない区域(区域B)では、二枚貝はほとんど見あたらず、タコも少なかったが、巻貝は中～高密度で生息していた。このように巻貝と二枚貝の密度には負の相関があったが、それらが共通の食物や空間をめぐって直接競争していることを示唆するような証拠は認められなかった。^①研究者が、実験的に二枚貝を区域Bに導入したところ、そこに集まるタコの数が増加し、巻貝の密度は低下した。^②

問1 下線部①の生物間の関係を示すものは以下のア～オの中のどれか。正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア. イナゴとカエル
- イ. マメ科植物と根粒菌
- ウ. イソギンチャクとクマノミ
- エ. 九州地方のアカマツと関東地方のアカマツ
- オ. ヤマメとイワナ

問2 二枚貝を実験的に区域Bに導入した場合、どのようなことが起これば巻貝と二枚貝の間に下線部①のような関係があるといえるか。以下のア～オの中から当てはまるものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア. 巻貝が二枚貝の幼生を食べることにより二枚貝の数が減る
- イ. 巻貝の餌を二枚貝が食べるにより巻貝の栄養状態が悪くなり、産卵数が減る
- ウ. 巻貝の餌場を二枚貝が占有するようになり、巻貝の数が減る
- エ. 巻貝と二枚貝は互いに干渉しあうことなく共存する
- オ. 別の餌をもともと食べていた魚が餌の切り替えをおこなって巻貝を食べるようになり、巻貝が激減する

問3 下線部②のようなことが起こった理由を簡潔に説明せよ。なお、巻貝は区域Bから外へは移動できないこととする。

問4 区域Aは、二枚貝がより多い区域A1とより少ない区域A2に分けることができた。そこで次の調査として、タコの密度や、巻貝がタコに食われて死亡する率を、この両方の区域間で比較した。もし問3でおこなった考察が正しいとすれば、二枚貝が多い区域A1では、少ない区域A2に比べて、タコの密度、および巻貝のタコによる被食率はそれぞれ高くなると予想されるか、それとも低くなると予想されるか、答えよ。

問5 下線部②のような影響が被食者間で相互に起きていれば、それは見かけの競争と呼ばれる。

そこで最後に、巻貝から二枚貝に対しても同様の影響が起きているかどうかを確かめたい。どのような実験・観察をおこなえばよいか。その方法と、影響が双方向的なものである場合に予想される結果を簡潔に述べよ。ただし、区域B内に巻貝が多い区域B1と少ない区域B2があることをうまく利用して実験をおこなうこと。なお、巻貝を実験的に除去したり、別の場所へ導入したり、タコ以外の捕食者を利用することは技術的にできないこととする。

2 次の文章を読み、問に答えよ。

光合成は光エネルギーを利用して二酸化炭素から有機物を合成する反応である。真核生物の光合成の反応は、葉緑体の(ア)における光エネルギーを利用してATPと(イ)を合成する過程と、葉緑体の(ウ)における二酸化炭素から有機物を合成する過程に大別される。光エネルギーを利用する過程の最初の反応は、クロロフィルなどの(エ)が光エネルギーを吸収する反応である。一方、有機物を合成する過程の最初の反応は二酸化炭素とリブローズビスリン酸の結合である。この反応において(オ)のはたらきをするのがルビスコと略称される酵素である。植物のルビスコは16本の(カ)が集まってできており、このような複数の(カ)が組み合わさってできる立体構造をタンパク質の(キ)構造という。ルビスコは二酸化炭素だけでなく酸素も(ク)とする酵素であり、二酸化炭素の酸素に対する相対的な濃度が低くなると、リブローズビスリン酸と二酸化炭素の結合する反応だけでなく、リブローズビスリン酸と酸素の結合する反応も(オ)する。そのため、光合成が盛んに行われ、二酸化炭素の濃度が低下し酸素の濃度が上昇すると、 C_3 植物*¹と呼ばれる植物においては、光合成の効率が低下する。一方、 C_4 植物*²と呼ばれる植物においては、そのような条件下でも、 C_3 植物に比べて光合成の効率が低下しにくい。① C_3 植物の光合成の効率は環境要因によっても低下する。例えば、乾燥により植物が水不足になると、植物ホルモンの(ケ)が合成されて植物内の二酸化炭素濃度が低下するため、光の強さや温度が適切であっても光合成の効率は低下する。

*注1： C_3 植物とは、二酸化炭素が固定された際に、最初に炭素数3のホスホグリセリン酸ができる植物のことで、多くの植物が該当する。

*注2： C_4 植物とは、二酸化炭素が取り込まれた際に、最初に炭素数4のオキサロ酢酸ができる回路をもつ植物のことで、トウモロコシやサトウキビが該当する。

問1 文章中の(ア)～(ケ)に入る語句を答えよ。

問2 植物ホルモンの(ケ)が合成されると植物内の二酸化炭素濃度が低下する理由を30字以内で説明せよ。

問3 植物ホルモンの(ケ)が植物の生長において果たす主な役割をひとつ簡潔に答えよ。

問4 下線部①について、 C_4 植物においては、 C_3 植物に比べて光合成の効率が低下しにくい理由を、以下の語句を用いて80字以内で説明せよ。

語句：葉肉細胞、維管束鞘細胞、カルビン・ベンソン回路

問5 光などの環境要因がC₃植物の光合成におよぼす影響を調べるため、環境要因を変更できる人工育成室を用いて様々な条件下で光合成の効率を測定した。得られた以下の実験結果の中から間違っているものをすべて選び、記号で答えよ。間違っているものが無い場合は、「なし」と答えよ。

- a. 赤色光を照射した場合と緑色光を照射した場合を比べたところ、緑色光の方が光合成の効率は良かった。光の強さは同程度であり、他の環境要因は光合成に適していたとする。
- b. 空気中の二酸化炭素の濃度を0.1%に変更したところ、光合成の効率は低下した。二酸化炭素の濃度が変化した分は、窒素の濃度の変化で調整し、他の環境要因は光合成に適していたとする。
- c. 空気中の酸素の濃度を、できるだけ減らした状態に変更したところ、光合成の効率は低下した。酸素の濃度が変化した分は、窒素の濃度の変化で調整し、他の環境要因は光合成に適していたとする。

3 次の文章を読み、問に答えよ。

DNA の情報に基づいてタンパク質が合成される過程では、RNA が重要な働きをしている。RNA は①その働きによって、mRNA、(ア)、(イ)の3種類に分けられ、タンパク質の合成は、次のような過程によって行われる。まず、DNA の2本鎖の一部がほどけて、(ウ)の働きによって、DNA を鋳型とした mRNA 前駆体を経て mRNA が作られる。この一連の過程を遺伝子情報の転写という。真核生物の遺伝子は通常(エ)とイントロンからなり、スプライシングと呼ばれる過程②によってイントロンが取り除かれることで成熟した mRNA が完成する。完成した mRNA は核膜孔から細胞質へ出て(オ)に結合し、④翻訳が開始される。翻訳では mRNA の塩基3つの並びが、1つのアミノ酸の配列に変えられる。遺伝暗号表では、この塩基3つの並びを(カ)と呼ぶ。そして、(ア)には(カ)に相補的に結合する(キ)と呼ばれる塩基配列がある。mRNA の配列情報に従って(ア)によって運ばれてきたアミノ酸が次々と(ク)結合でつながることでタンパク質が合成される。

問1 文中の(ア)～(ク)に当てはまる適切な語句を答えよ。

問2 下線部①について、DNA の二重らせん構造を発見したクリックは、遺伝情報は DNA → RNA →タンパク質のように一方向に伝達されるという原則を提唱した。この原則の名称を答えよ。

問3 下線部②について、次の鋳型 DNA から転写される mRNA の塩基配列を答えよ。なお、鋳型 DNA はイントロンを含まないものとする。また、左側が5'端になるように記述せよ。

鋳型 DNA : 5'-ATGGCCCTGTGGATGCGCCTCCTC-3'

問4 下線部③について、一般に原核生物の mRNA では真核生物に見られるスプライシングは起こらない。その理由を30字以内で説明せよ。

問5 下線部④について、翻訳の際、mRNA の塩基3つの並びが、1つのアミノ酸を指定、もしくは翻訳を終わらせるシグナルとなる。アミノ酸を指定する塩基配列が2つではなく3つであると都合の良い理由を90字以内で説明せよ。

問6 時代とともに DNA を増やす技術、DNA を分離する技術、塩基配列を調べる技術などのバイオテクノロジーが発達してきた。寒天ゲルを用いた電気泳動法は、複数の DNA 断片を DNA の大きさ(分子量)によって分離する技術である。電気泳動法によって DNA が分離できる理由を以下の語句を用いて120字以内で説明せよ。

語句：移動距離、リン酸基、プラス極

4 次の文章を読み、問に答えよ。

カエルの卵は端黄卵に分類され、(ア)側に卵黄成分が偏って存在する。卵に精子が侵入すると、精子が侵入した場所の反対側の卵表面に(イ)と呼ばれる色調の異なる部分が現れる。この現象は、侵入した精子が持ち込んだ中心体から(ウ)が伸長し、これに伴い細胞表層が少し動くことで生じる。この現象を表層回転という。実はこの段階までにカエルの背腹軸が決定される。

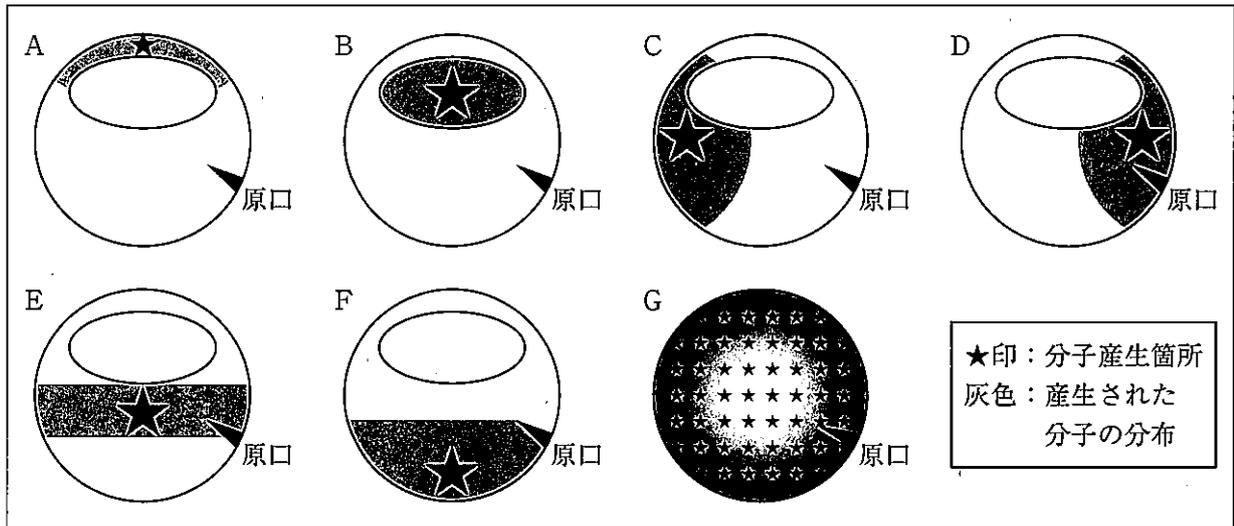
その後、受精卵は通常とは異なる特殊な細胞分裂により細胞数を増やすが、これを(エ)といい、このとき生じる細胞は特に(オ)という。この細胞分裂が進むと、胚は内部に空洞を持つ(カ)となる。

その後、胚では、外胚葉・内胚葉に加え、中胚葉が形成される(中胚葉誘導)。ニューコープはメキシコサンショウウオの胚を用いた実験で、植物極側の細胞と動物極側の細胞を組み合わせることで、(キ)極側の細胞が中胚葉の性質を持つようになることを発見した。中胚葉誘導活性を持つ物質としては、(ク)が有力視されている。このように、細胞同士の相互作用が細胞の運命を制御することを誘導という。代表的な誘導現象として外胚葉における神経誘導が挙げられる。この研究の発展には、シュペーマンとマンゴールドによるイモリを用いた(ケ)の研究が大きく貢献している。

問1 文章中の(ア)～(ケ)に当てはまる語句を答えよ。

問2 下線部①の特殊な細胞分裂(エ)が通常の体細胞分裂と異なる点をふたつ挙げ、それぞれ50字以内で述べよ。

問3 下線部②の神経誘導は、両生類の場合、発生過程の(カ)から原腸胚の初期にかけて開始される。この現象に関与するBMP、コーディンは胞胚期の胚のどの部分で産生され、どの範囲に分布するか、正しく説明する図を次のA～Gから選べ。同じ図を繰り返し使用しても良い。加えて、BMP、コーディンは、それぞれ外胚葉細胞をどのような組織に分化させるのか、そのためにどの分子と結合するかを答えよ。



注：図A～Gは両生類の胚を示しており，A～Fは断面図，Gは顕微鏡観察図を示す。便宜上，原口が形成される位置も図示した。Gは『産生と分布が共に胚の全域で見られる』ことを示す。