

2024 年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(生物基礎・生物)

教 育 学 部：学校教育教員養成課程(科学技術教育コース)

理 工 学 部：生物科学科・化学生命理工学科・地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：農林資源科学科(フィールド科学コース)、

海洋資源科学科(海洋生命科学コース)

問題冊子 問題…… I ～ IV ページ…… 1 ～ 9

解答用紙…… 7 枚

下書用紙…… 1 枚

教 育 学 部：試験時間は 90 分、配点は表示の 0.5 倍とする。

理 工 学 部：試験時間は 90 分、配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)、配点は表示の 0.75 倍とする。

農林海洋科学部：

(フィールド科学コース)：試験時間は 90 分、配点は表示のとおりとする。

(海洋生命科学コース)：試験時間は 90 分、配点は表示の 2 倍とする。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に、問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。
4. 解答用紙には、必要事項以外は記入しないこと。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答用紙の文字数指定のある解答欄には英数字を 1 マスに 2 文字まで入れることができる。
なお、1 マスを 1 文字として数える。
7. 解答用紙の各ページは、切り離さないこと。
8. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
9. 試験終了後、問題冊子、下書用紙は持ち帰ること。
10. 試験終了後、指示があるまでは退室しないこと。

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50 点)

動物の発生の出発点は受精である。ウニの受精では、精子が卵の周りにある(1)に到達すると、(a)精子の頭部にある先体の内容物が放出される。次に、(b)精子の頭部の細胞膜が押し伸ばされて、先体突起が形成される。先体突起は(2)を通過し、卵の細胞膜に到達する。精子と卵の細胞膜が融合すると、卵の細胞質で Ca^{2+} の濃度が上昇し、卵の(3)の中身が細胞膜と(2)の間に放出される。これにより、(2)は細胞膜から離れ、かたい受精膜へと変化する。(c)受精膜は、他の精子が卵に進入することを妨げている。(d)カエルの未受精卵は、減数分裂が第二分裂中期で停止した二次卵母細胞である。カエルの受精では、精子が動物半球側から卵へ進入する。受精によって、卵の減数分裂が再開し、完了する。また、精子の進入点の反対側には、周囲と色調が異なる(4)とよばれる領域が現れる。

受精卵は体細胞分裂を繰り返し、多細胞の胚へと変化する。発生の初期段階の細胞分裂を卵割とよび、卵割によって生じた娘細胞を(5)とよぶ。卵に含まれる卵黄の量や分布は、卵割に影響を与える。ウニの卵は卵黄が少なく、分布もほぼ均等な(6)で、3 回目の卵割まで大きさの等しい(5)ができる。一方、カエルの卵は、卵黄が多く、植物半球にかたよって分布しており、(7)とよばれる。また、(e)3 回目の卵割では、動物極側の娘細胞と植物極側の娘細胞の大きさに違いが生じる。

動物の卵には、胚の初期発生に必要な mRNA やタンパク質が蓄えられており、これらを(8)とよぶ。(8)は、発生における体軸の形成に関与している。カエルでは(4)が現れた側が、将来、背側になる。この背腹軸の決定には、 β カテニンおよびディシェベルドとよばれるタンパク質のはたらきが重要である。未受精卵では、 β カテニンが卵の細胞全体に存在し、ディシェベルドは植物極側に局在している。精子の進入によって卵の表層の細胞質が約 30° 回転する。(f)この回転にともない、ディシェベルドが(4)の領域に移動する。(g)発生が進むにつれて、 β カテニンは酵素のはたらきによって分解されるが、ディシェベルドが移動した側では、 β カテニンが蓄積する。 β カテニンは、細胞の核へと移動し、背側の形成に関与する遺伝子の発現を活性化する。(h)シヨウジョウバエでは、細長い楕円形の未受精卵の両端にそれぞれ異なる(8)が局在している。一方の端が胚の前端になり、もう一方が後端になる。この前後軸に沿って、胚の各部の細胞が分化する。

問 1 文中の(1)～(8)に入る適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)について、先体から放出される内容物がもつはたらきを 20 字以内で述べよ。

問 3 下線部(b)について、精子に先体突起が形成されるとき、頭部の細胞質で繊維状の構造をつくるタンパク質の名称を答えよ。

問 4 下線部(c)について、ウニでは、他の精子が卵に進入することを妨げるしくみとして受精膜の形成とは異なるしくみも知られている。そのしくみを 80 字以内で説明せよ。

問 5 下線部(d)について、二次卵母細胞の核相を答えよ。

問 6 下線部(e)について、動物極側の娘細胞と植物極側の娘細胞の大きさを比べたとき、どちらの娘細胞が大きいか答えよ。

問 7 下線部(f)について、ディシェベルドの移動に関与するモータータンパク質の名称を答えよ。

問 8 下線部(g)について、ディシェベルドの存在する領域で β カテニンが蓄積するしくみを 40 字以内で説明せよ。

問 9 下線部(h)について、ショウジョウバエの胚で、前後軸に沿って各部の細胞が分化するしくみを次の枠内にあるすべての語を用いて 100 字以内で説明せよ。なお、同じ語を繰り返し用いてもよい。

濃度勾配	ナノスタンパク質	ビコイドタンパク質	前端部	後端部	位置情報
------	----------	-----------	-----	-----	------

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

カエルなどから神経をつけたまま取り出した骨格筋を神経筋標本という。^(a)神経筋標本の神経部分に十分に強い刺激を与えると活動電位が発生する。これを興奮という。興奮は軸索に沿って伝導し、^(b)神経筋接合部では神経から筋肉へと興奮の伝達が起こる。筋細胞の表面に生じた興奮はT管を伝わって細胞内部へと広がり、筋小胞体から Ca^{2+} の放出を引き起こす。これをきっかけとして、^(c)太いフィラメントの間に細いフィラメントが滑り込み、筋肉が収縮する。神経筋標本の神経に刺激を与えて、筋肉の収縮のようすを記録する装置を^(d)キモグラフという。

問 1 骨格筋の説明として正しいものを、次の(ア)～(カ)よりすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 横紋筋である
- (イ) 平滑筋である
- (ウ) 随意筋である
- (エ) 不随意筋である
- (オ) 体性神経支配である
- (カ) 自律神経支配である

問 2 下線部(a)について、神経細胞における活動電位の発生は全か無かの法則に従う。この全か無かの法則について100字以内で説明せよ。

問 3 下線部(b)について、神経筋接合部における興奮の伝達において、神経終末から放出される神経伝達物質と筋細胞に流入するイオンの組み合わせとして正しいものを、次の(ア)～(オ)より1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) ノルアドレナリン — Na^+
- (イ) アセチルコリン — Na^+
- (ウ) グルタミン酸 — Na^+
- (エ) γ -アミノ酪酸(GABA) — Cl^-
- (オ) グリシン — Cl^-

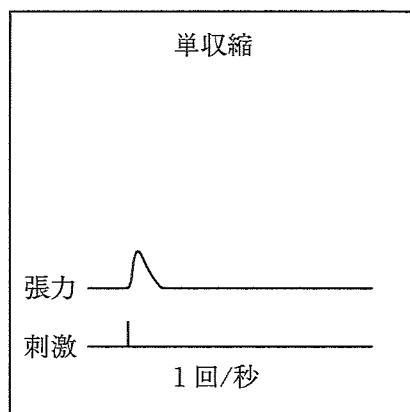
問 4 シナプスにおける情報伝達は逆方向には起こらない。そのしくみを100字以内で説明せよ。

問 5 骨格筋の収縮において、 Ca^{2+} と結合するタンパク質の名称を答えよ。

問 6 下線部(c)について、骨格筋が収縮する際に短縮するものを、次の(ア)～(オ)よりすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 明帯
- (イ) 暗帯
- (ウ) 細いフィラメント
- (エ) 太いフィラメント
- (オ) サルコメア(筋節)

問 7 下線部(d)について、下の図は神経筋標本にある強さの刺激を1回/秒の頻度で1回与えたときの単収縮による張力変化を示したグラフである。同じ神経筋標本を用いて同じ強さの刺激を15回/秒の頻度で7回与えると不完全強縮が生じた。また、30回/秒の頻度で14回与えると完全強縮が生じた。このときの張力変化のグラフをそれぞれ描け。



Ⅲ 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50 点)

火山の噴火口から地上部に流れ出したマグマが冷え固まると、溶岩が形成される。このような場所では、火山活動より前に存在していた植物群落は破壊され、新たな群落の遷移が始まる。火山活動により新しく形成された裸地で生じる、陸上での遷移のことを(1)とよぶ。高温、乾燥、貧栄養など、裸地がもつ過酷な環境条件に耐え、そこにいち早く侵入し定着する植物を総称して(2)植物とよぶ。(2)植物の侵入により土壌の形成が進むと、土壌の保水力が増し、栄養塩類も増加する。生物の生活が環境を変化させることを(3)作用とよび、遷移の進行とともに植物群落の構造や種組成も変化していく。

図1は、日本の太平洋沿岸に位置する火山島Xにおいて、噴出した年代が異なる溶岩の上に成立した、異なる遷移段階にある植物群落A～Dの階層構造を示す。ただし、植物群落A、CおよびDに関しては、草本層に生える植物を省略している。

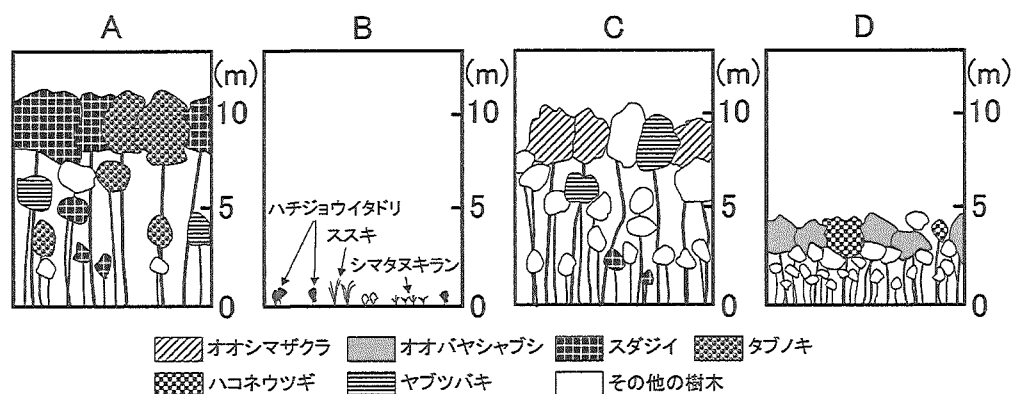


図1 植物群落A～Dの階層構造

問1 文中の(1)～(3)に入る適切な語句を答えよ。

問2 表1は、火山島Xにおける月別平均気温の平年値である。この値をもとに暖かさの指数を求めよ。ただし、その計算式も記すこと。また、得られた指数値と図1に示す樹木の組成から判断して、火山島Xはどのバイオームに含まれるか、その名称を答えよ。

表1 月別平均気温の平年値(℃)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
7.5	7.8	10.4	14.4	18.2	21.0	24.6	26.0	23.4	18.9	14.5	10.0

問 3 図 1 に示す植物群落 A～D を、火山活動後の時間の経過に沿って並べ替えよ。

問 4 図 2 は、さまざまなバイオームにおける植物群落の構成種をラウンケルの生活形に基づいて分類し、各々の生活形をもつ種数の割合を表している。図中の (ア)～(エ) のうち、火山島 X の植物群落 A に相当するものを 1 つ選び、記号で答えよ。

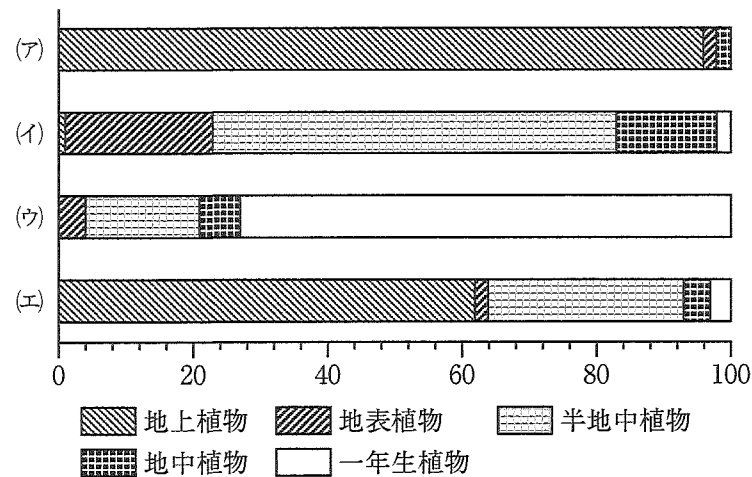


図 2 群落構成種の生活形組成 (%)

問 5 次の (ア)～(オ) のうち、植物群落 B の構成種であるハチジョウイタドリやススキの種子とそれらの散布様式について述べた文章として適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 種子は主に鳥類に食べられて運ばれる。
- (イ) 種子は重いため、そのほとんどが親個体の近くに落下する。
- (ウ) 種子は翼や冠毛をもち、風によって運ばれる。
- (エ) かぎや粘液など、種子は動物の体に付着するためのしくみをもつ。
- (オ) 熟した果実が割れると、中から種子が飛び出す。

問 6 図 3 は、樹木の葉における CO_2 の吸収速度と光の強さとの関係を表している。図中の a と b は、植物群落 C の構成種であるオオシマザクラと林内に生えるスダジイ幼木のいずれに相当するか、それぞれ記号で答えよ。

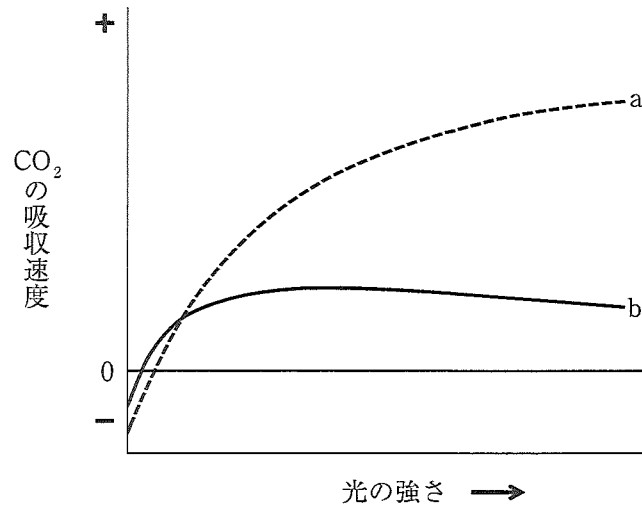


図 3 CO_2 の吸収速度と光の強さとの関係

問 7 植物群落 D の構成種であるオオバヤシャブシは、風化した溶岩には少ないある元素を得るしくみを発達させている。その元素の名称を答えよ。また、それを得るしくみについて 60 字以内で説明せよ。

- Ⅳ 下の図は生態系における物質とエネルギー収支を模式的に示したものである。以下の問いに答えよ。(50 点)

一次消費者	被食量 〔F〕	死亡量 〔G〕	不消化 排出量 〔H〕	呼吸量 〔I〕	成長量 〔J〕	現存量 〔K〕			
生産者	被食量 〔A〕					枯死量 〔B〕	呼吸量 〔C〕	成長量 〔D〕	現存量 〔E〕

- 問 1 生産者の総生産量と純生産量は、図中の A～E のどの組み合わせで表せるか。適切な組み合わせを以下の (ア)～(ヌ) の中から 1 つずつ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-------------------|-----------------------|-------------------|
| (ア) A + B | (イ) A + C | (ウ) A + D |
| (エ) A + E | (オ) B + D | (カ) B + E |
| (キ) C + D | (ク) D + E | (ケ) A + B + C |
| (コ) A + B + D | (サ) A + B + E | (シ) A + C + D |
| (ス) A + C + E | (セ) A + D + E | (ソ) B + C + D |
| (タ) B + D + E | (チ) C + D + E | (ツ) A + B + C + D |
| (テ) A + B + C + E | (ト) A + B + D + E | (ナ) A + C + D + E |
| (ニ) B + C + D + E | (ヌ) A + B + C + D + E | |

問 2 一次消費者のエネルギー効率のうち、生産量を同化量で割ったものが生産効率である。したがって、一次消費者の生産効率は、図中の F～K を用いると、次の式で表すことができる。

$$\text{生産効率} = \frac{\boxed{\text{I}}}{\boxed{\text{II}}}$$

$\boxed{\text{I}}$ と $\boxed{\text{II}}$ に当てはまる適切な組み合わせを以下の (ア)～(ヌ) の中から 1 つずつ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|
| (ア) F + G + H | (イ) F + G + I | (ウ) F + G + J |
| (エ) F + G + K | (オ) F + H + I | (カ) F + H + J |
| (キ) F + H + K | (ク) F + I + J | (ケ) F + J + K |
| (コ) G + H + I | (サ) H + I + J | (シ) I + J + K |
| (ス) F + G + H + I | (セ) F + G + H + J | (ソ) F + G + I + J |
| (タ) F + G + I + K | (チ) F + G + J + K | (ツ) G + H + I + J |
| (テ) H + I + J + K | (ト) F + G + H + I + J | |
| (ナ) F + G + H + J + K | (ニ) F + G + I + J + K | |
| (ヌ) F + G + H + I + J + K | | |

問 3 死亡・枯死量や不消化排出量として表される物質は生態系内で循環する。どのような過程を経て再び生産者に利用される物質になるか、30 字以内で説明せよ。

問 4 生産者は独立栄養生物で光合成色素をもち、その代表例として真核生物ドメインに分類される植物と藻類が挙げられる。細菌ドメインにも植物や藻類と同じ種類の光合成色素をもつ生物がいる。その生物名と光合成色素名を答えよ。

問 5 消費者は従属栄養生物であり、その代表例として多細胞の動物が挙げられる。DNA の塩基配列に基づく系統解析から、多細胞の動物は原生生物に属する単細胞生物のえり鞭毛虫と最も近縁であると推定されている。えり鞭毛虫と形態的に類似したえり細胞を用いて水中の食物をとらえて生活し、単純な体の構造をもった多細胞動物がいる。その動物名を答えよ。また、えり細胞や鞭毛をもつこと以外で、この動物のみにみられる形態的な特徴を 1 つ挙げよ。

以下白紙

