

平成26年度
生命環境科学研究科
生物科学専攻
入学試験問題

専門科目

平成25年8月20日（火） 10:00 ～ 12:00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め14ページあります。
- ② 問題1から問題11の中から4つを選んで解答してください。4つをこえて解答した場合はすべて無効とします。
- ③ 提出する答案用紙は4枚です。すべてに受験番号を記入してください。
- ④ どの問題に解答したか分るように、答案用紙の左上に問題番号を、例えば（問題1）のように明記してください。
- ⑤ 各問題について答案用紙は1枚です。同一の問題に対して2枚以上の答案用紙にわたって解答した場合は無効とします。
- ⑥ 1つの問題にいくつかの小問がある場合は、問題の指示にしたがって、適切に対処してください。
- ⑦ 答案用紙の裏面を使用しても結構です。その場合は、綴じ穴の下部2cm程度より下に記入してください。
- ⑧ 問題冊子は試験終了後に回収します。

問題 1

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（7）に答えよ。

被子植物は (a) 真正双子葉植物と単子葉植物 などから構成される最も多様化した陸上植物であり、(b) 陸上での生活に適応した多くの重要な特徴 をもつ。その1つが花である。花は雄ずいと雌ずいを外側から花弁とがくで包んだ器官であり、茎の一部である花柄によって支えられている。雄ずいは花糸とよばれる柄と (c) 花粉 がつくられる袋である [1] よりなり、雌ずいは [2]、花柱、子房から構成される。受精後、胚珠が種子へ成長している間に、子房は果実へと成長する。また、(d) 種子は発芽時に必要な栄養分の貯蔵様式の違いによって2つのタイプに分けられる。

- (1) 空欄 [1] と [2] にあてはまる最も適切な語を記せ。
- (2) 下線部 (a) の2つの植物を区別する茎の特徴について2行程度で説明せよ。
- (3) 下線部 (b) に該当する特徴には水と無機塩類の輸送も含まれる。この輸送に関わる組織の名称を記せ。また、その構造的な特徴を2行程度で説明せよ。
- (4) 下線部 (b) に該当する被子植物の配偶体の特徴について3行程度で説明せよ。
- (5) 下線部 (c) と相同なものを以下の (ア) ～ (オ) の中から1つ選び、その記号を記せ。
(ア) イチョウの精子 (イ) スギゴケの朔 (ウ) スギナの胞子
(エ) ゼニゴケの葉状体 (オ) マツの球果
- (6) 1つの花の中で1つの心皮から形成された果実（単果）をもつ植物を以下の (ア) ～ (オ) の中から1つ選び、その記号を記せ。
(ア) イチゴ (イ) イチジク (ウ) エンドウ
(エ) パイナップル (オ) ブラックベリー
- (7) 下線部 (d) に該当する2つのタイプの種子の名称をそれぞれ記し、それらの栄養分の貯蔵様式の違いについて1行程度で説明せよ。

問2 植物系統分類学分野に関連した以下の（1）～（5）の用語の中から2つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 小葉 (microphyll)
- (2) ケルコゾア (Cercosoa)
- (3) 収縮胞 (contractile vacuole)
- (4) ツボカビ類 (chytrids)
- (5) 担子器 (basidium)

問題 2

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

干潮時の磯観察において、通常目にする多細胞動物を胚葉の数により分類すると、ほぼ1つの細胞種からなる〔 1 〕動物、二胚葉動物である^(a) 刺胞動物や〔 2 〕動物、^(b) 三胚葉動物に分けられる。刺胞動物にはクラゲやイソギンチャクおよびサンゴ等が含まれ、〔 2 〕動物にはウリクラゲやカブトクラゲ等が含まれる。二胚葉動物には、三胚葉動物にみられる胚葉のうち〔 3 〕胚葉に相当する明確な構造が見られない。

- (1) 空欄〔 1 〕～〔 3 〕にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部 (a) の起源に関しては論議中である。現在、刺胞動物門を分けている綱のうち、起源として候補にあげられている2つの綱と、それを唱えている説をそれぞれ記せ。また、現在の遺伝子配列に基づいた分子生物学的手法による解析はどちらの説を支持しているのか記せ。
- (3) 下線部 (b) の動物群は、発生様式の違いによって大きく2つに分類できる。それぞれの動物群の名称と、その発生様式の違いを2行程度で説明せよ。

問2 動物分類学分野に関連した以下の用語（1）～（5）すべてをそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 分子系統樹 (molecular phylogenetic tree)
- (2) 分子時計 (molecular clock)
- (3) 幼形成熟 (neoteny)
- (4) 扁形動物 (platyhelminth)
- (5) 原索動物 (prochordate / protochordate)

問題 3

問1 次の文章を読み、以下の設問(1)と(2)に答えよ。

コネルは「中規模攪乱仮説」を提唱した。生物の中には、攪乱直後にいち早く進入して、急速に増殖する戦略をとる種 (r 戦略種) と、進入や増殖には時間がかかるが、限られた資源をめぐる競争に勝ち抜く戦略をとる種 (K 戦略種) がある。^(a) 1つの生物が r 戦略と K 戦略を同時に実現するのは難しい。攪乱が起きると、生物が消失してギャップができる。ギャップはやがて生物に占められ、遷移によって種組成が変わっていく。このように、ギャップを起点として遷移が進行する空間的単位をパッチという。群集が多数のパッチによって構成される場合、^(b) 攪乱の頻度が多すぎる時と少なすぎる時には、群集の種多様性が下がる。

- (1) 下線部 (a) のように、一方を実現しようとするとは方が実現できないことを何とよぶか。最も適切な生態学用語を記せ。また、 r 戦略か K 戦略のいずれかに有利にはたらく生物学的特徴を例にあげながら、下線部 (a) の理由を 2 行程度で説明せよ。
- (2) 下線部 (b) の理由を 3 行程度で説明せよ。

問2 ある昆虫は、体色が白いことで知られている。しかしあなたはある年、その昆虫の地域集団中に体色が黒い個体が混じっていることに気づき、毎年決まった時期にその集団の中から 100 匹の個体を観察して、体色を記録することにした。すると、年を経るごとに体色が黒い個体の割合が増えていった。10 年後には、あなたが観察した 100 個体全ての体色が黒であった。この現象の仕組みには様々な説明が可能であろう。そのうち進化による説明を以下の語をすべて用いて 3 ~ 4 行程度で記せ。

変異 淘汰 遺伝

問3 生態学分野に関連した以下の用語から 3 つを選び、それぞれ 2 行程度で説明せよ。

- (1) 個体群統計学 (demography)
- (2) 純生態系生産 (net ecosystem production)
- (3) アリー効果 (Allee effect)
- (4) 表現型可塑性 (phenotypic plasticity)
- (5) 包括適応度 (inclusive fitness)

問題 4

問1 次の文章を読み、以下の設問(1)～(5)に答えよ。

シロイヌナズナのある集団は、秋に発芽し、(a) 冬を経験すること、(b) 光条件の要求が満たされること、(c) 時間が経過することによって開花が促進され、春に開花する。冬を経験することによる刺激は茎頂で受容されると考えられる。一方、光による刺激は葉で受容され、そこでつくられた物質が茎頂に運ばれ、開花を促進する。(d) この物質は、つくられた場所(葉)から離れた標的(茎頂)に反応(開花)をもたらす。

- (1) 下線部 (a) によって開花が促進する現象を何とよぶか。
- (2) 下線部 (b) によって春に開花する性質をもつ植物を何とよぶか。また、そのような開花特性をもつ作物と、シロイヌナズナ以外の野生植物を1種類ずつあげよ。
- (3) 下線部 (c) のように時間経過に対応した生物現象を可能にする、1日を周期とした機構を何とよぶか。
- (4) 下線部 (d) の物質を何とよぶか。最も適切な植物生理学の用語を記せ。
- (5) シソは光条件の要求が満たされると、茎の脇芽に花ができる。下線部 (d) のような物質が存在することを接木(つぎき)実験によって示すためにはどうすればよいか、2～3行程度で説明せよ。

問2 植物生理学分野に関連した以下の用語(1)～(5)すべてをそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 師部 (phloem)
- (2) 光呼吸 (photorespiration)
- (3) 種子休眠 (seed dormancy)
- (4) ジベレリン (gibberellin)
- (5) 赤(色光) - 遠赤色光可逆性 (red-far-red reversibility)

問題 5

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

メダカなどの魚類は、環境に応じて素早く体色を変え、敵から身を守る。眼球から入った光情報は中枢神経系で処理され、交感神経を介して体表の黒色素胞（色素細胞の一種）に伝わる。その結果、黒色素胞内で^(a) メラノソームは細胞中央に向けて移動し、体色が変化する。 [1] のはたらきを阻害するテトロドトキシンを添加しても、その直後にノルアドレナリンで処理すれば、このメラノソームの移動は起こる。そのため、メラノソームの移動の誘起には黒色素胞の細胞膜の脱分極は必須でない。ノルアドレナリンが黒色素胞の受容体に結合することで、^(b) Gi が活性化される。 交感神経からはノルアドレナリンと共に [2] が放出される。その代謝産物がアデノシン受容体に結合すると、Gs が活性化され、メラノソームは再び細胞全体に拡散する。

- (1) 空欄 [1] と [2] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部 (a) において、黒色素胞内でメラノソームが凝集すると、魚の体色はどのように変化するか記せ。
- (3) 下線部 (b) の結果、細胞内の cAMP の濃度はどのように変化するか記せ。
- (4) 魚類では眼球のほかに光を受容する部位が脳にある。その器官の名称を記せ。

問2 筋繊維の収縮を引き起こすのに必要なカルシウムイオンの最小濃度を調べたい。どのような実験がふさわしいか。3行程度で提案せよ。

問3 動物生理学分野に関連した以下の（1）～（8）の用語の中から4つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 免疫グロブリン E (immunoglobulin E: IgE)
- (2) プロゲステロン (progesterone)
- (3) ミラーニューロン (mirror neuron)
- (4) 内温性 (endothermy)
- (5) クレアチンリン酸 (phosphocreatine)
- (6) ガストリン (gastrin)
- (7) γ アミノ酪酸 (gamma aminobutyric acid)
- (8) キロミクロン (chylomicron)

問題 6

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

一般的な動物の受精は、メス由来の1つの卵に対して、オス由来の1つの精子が融合することで成立する。しかし、1つの卵に対して複数の精子が融合することがまれにある。この現象を [1] という。[1] ではオス由来の [2] や中心体が受精後の卵内に複数個存在するため、その後の [3] において正確な数の染色体の分配が行われず、正常に発生が進行しない。そのため、卵には複数の精子との融合を防止するシステムが備わっている。

- (1) 空欄 [1] ～ [3] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部のシステムの例を1つあげ、2行程度で説明せよ。
- (3) 未受精卵は様々な生命現象が停止した状態で維持されている。受精をきっかけに停止が解除される生命現象の中で、ごく短時間に細胞内でおこる事象の例を2つ記せ。

問2 イギリスのガードン博士が1962年に *Journal of Embryology and Experimental Morphology* にて発表し、2012年ノーベル医学生理学賞受賞対象となった論文の主な実験行程と得られた主な結果を2行程度で記せ。さらに、その結果が発発生生物学に与えたインパクトを2行程度で記せ。

問3 実験発生学領域の研究に利用される以下の手法（1）～（5）の中から3つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 顕微注入 (microinjection)
- (2) 顕微操作 (micromanipulation)
- (3) 蛍光インシチュハイブリダイゼーション (fluorescent *in situ* hybridization: FISH)
- (4) 免疫組織化学 (immunohistochemistry)
- (5) 定量 PCR (quantitative polymerase chain reaction)

問題 7

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

中心体は、2個1組の [1] がL字型に配向した構造と [2] リングを含む周辺物質から構成される。細胞から単離した中心体を、蛍光標識したチューブリンと共にアフリカツメガエル卵抽出液に加えた。この溶液を蛍光顕微鏡により観察した結果、中心体から (a) 放射状の微小管構造 が形成されるのがみられた。ある微小管の末端は、(b) 一定の速度で伸びていくと、しばらくして急速に縮みだした。一方、分裂期の卵抽出液に蛍光標識したチューブリンと染色体を加えたところ、その周辺に微小管が重合するのが認められた。この微小管の重合は、染色体に結合した RCC1 タンパク質が Ran を活性化することで起こる。Ran は、微小管安定化因子からインポーチンを引き離すことで、微小管の重合を促進する。この Ran の働きは、中心体から伸びる微小管とともに [3] の形成に寄与する。

- (1) 空欄 [1] ～ [3] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部 (a) の構造を形成する微小管には方向性がある。どのような方向性か、1行程度で説明せよ。
- (3) 下線部 (b) の微小管の挙動について、チューブリンのもつ GTP 加水分解活性にもとづいて、3行程度で説明せよ。
- (4) 微小管の重合の他に、Ran とインポーチンが関与する細胞内の生命現象を1つ記せ。

問2 ある単細胞真核生物を突然変異誘発剤で処理し、培養温度を上げると増殖不能になる突然変異株（温度感受性変異株）を得た。同条件でも野生株は生育可能である。この温度感受性変異株が増殖できなくなる原因が、細胞周期の M 期の開始に必要な遺伝子の機能欠損によるかどうかを判定したい。そのためにふさわしい方法を4行程度で提案せよ。ただし、突然変異がどの遺伝子に起きているのかを直接的に調べる方法は除く。

【次ページに続く】

問3 細胞生物学分野に関連した以下の(1)～(5)の用語の中から3つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

(1) SNARE 仮説 (SNARE hypothesis)

(2) 核小体 (nucleolus)

(3) 細胞外基質 (extracellular matrix)

(4) 脂質ラフト (lipid raft)

(5) Rho ファミリー低分子量 G タンパク質 (Rho-family small G protein)

問題 8

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

ショウジョウバエの雄の生殖に關与する遺伝子に興味があるものとする。ショウジョウバエの雄に^(a) 変異原を与えて、雄不妊の変異体を誘発してスクリーニングするところから研究を始める。^(b) 変異原を与えた雄（第0世代）の中には不妊となるものもいるが、これらを遺伝学的な目的で研究に用いることはない。第0世代の雄を未交尾の雌に交配し、次世代（第1世代）の雄を得る。もし、雄不妊を引き起こす [1] の突然変異が生じていたなら、これを受け継いだ第1世代の雄個体は不妊となる。しかし、この個体からの子孫は得られないので、このような突然変異を遺伝学的に研究することは難しい。もし、雄不妊を引き起こす [2] の突然変異が生じていたなら、これを受け継いだ第1世代の雄個体は不妊とはならない。この第1世代の雄1匹を再び未交尾の雌に交配し、続いてそこから生まれた第2世代の雌雄どうしを1ペアずつ交配する。すると、^(c) 第3世代の雄に不妊のものが現れるペアがいる。第3世代の雌雄の中にはこの突然変異をヘテロ接合の形でもっているものがあり、これらを交配してこの突然変異を維持する。

- (1) 空欄 [1] と [2] にあてはまる最も適切な語を記せ。
- (2) 下線部 (a) の例として、化学的なもの1つ、および物理的なもの1つの名称をあげよ。
- (3) 下線部 (b) の理由を3行程度で記せ。
- (4) 下線部 (c) に関して、不妊の雄が生まれるペアでは、雄の子供のうち何%が不妊になると考えられるか、数字を記せ。ただし、この突然変異の浸透度は100%であるとする。

問2 遺伝学分野に關連した以下の（1）～（10）の用語の中から5つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| (1) 位置効果 (position effect) | (2) エピスタシス (epistasis) |
| (3) 相補性検定 (complementation test) | (4) 創始者効果 (founder effect) |
| (5) 遺伝率 (heritability) | (6) 転座 (translocation) |
| (7) 同質倍数体 (autopolyploid) | (8) 近交弱勢 (inbreeding depression) |
| (9) 同義コドン (synonymous codons) | (10) シストロン (cistron) |

問題 9

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

真核生物の核内において、タンパク質をコードする遺伝子の転写には、[1] とよばれる特異的制御配列に [2] が結合することが必要である。しかし、[2] は単独では [1] に結合することはできず、まず基本転写因子が [1] に結合し、転写開始部位に [2] をリクルートする。転写開始部位の 25～30 塩基対上流の領域には、AT に富む [3] とよばれる配列が保存されていることが多い。^(a) 転写因子/転写制御因子は、転写開始部位上流の特定 DNA 配列に結合し、転写開始を促進または抑制する。 また、[4] とよばれる領域は、位置や方向によらず、転写開始部位から数千塩基対離れた位置にあっても転写を促進する。^(b) クロマチン構造の変化も遺伝子発現の制御に重要な役割を果たしている。

- (1) 空欄 [1] ～ [4] にあてはまる最も適切な語を記せ。
- (2) 下線部 (a) の一例として、転写因子 X が遺伝子 Y の転写を制御していることがわかった。そこで、転写因子 X が結合する遺伝子 Y の領域を特定したい。転写因子 X、遺伝子 Y の DNA 断片、DNaseI を使用して特定する実験方法について 3～4 行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってもよい。
- (3) 下線部 (b) に関連して、クロマチン構造に影響をおよぼす DNA およびヒストンの修飾にはどのようなものがあるか、それぞれ 1 つ記せ。また、ヘテロクロマチンおよびユークロマチンの構造と遺伝子発現の制御について 3 行程度で説明せよ。

問2 生化学分野に関連した以下の（1）～（7）の用語の中から 4 つを選び、それぞれ 2 行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってもよい。

- (1) 必須アミノ酸 (essential amino acid)
- (2) グリコーゲン (glycogen)
- (3) トリプシン (trypsin)
- (4) フィードバック阻害 (feedback inhibition)
- (5) アフィニティークロマトグラフィー (affinity chromatography)
- (6) ロイシンジッパーモチーフ (leucine zipper motif)
- (7) ペントースリン酸経路 (pentose phosphate pathway)

問題 10

問1 次の文章を読み、以下の設問(1)～(5)に答えよ。

オーストラリアのシャーク湾には岩のような構造をした原核生物の集合体である [1] が存在する。この集合体に似た化石は、約27億年前のものが知られており、当時、^(a) 光合成を行う原核生物であるシアノバクテリアが存在していたことを示している。シアノバクテリアは、地球の大気組成に影響を与え、また、従属栄養性の真核生物に入り込むことにより最初の光合成真核生物の葉緑体の起源となったと考えられる。この現象を一次 [2] という。このことを支持するように、シアノバクテリアの細胞を光学顕微鏡で観察したときの形態は光合成真核生物の葉緑体と似ている。さらに、^(b) シアノバクテリアの細胞の切片を透過型電子顕微鏡で観察したときには葉緑体と同じようなチラコイド膜が観察される。

- (1) 空欄 [1] と [2] にあてはまる最も適切な語を記せ。
- (2) 原核生物には下線部 (a) とは異なる独立栄養様式が存在する。その栄養様式の名称を記し、2行程度で説明せよ。
- (3) 光合成には酸素発生型と非酸素発生型が存在する。酸素発生型の光合成を行うものを以下の (ア)～(オ) からすべて選び、その記号を記せ。
(ア) 珪藻類 (イ) 紅色細菌 (ウ) シアノバクテリア
(エ) 緑色硫黄細菌 (オ) 緑色非硫黄細菌
- (4) 光合成の光反応中心には、構造や電子伝達成分の違う光化学系 I (PS I) 型と光化学系 II (PS II) 型の2つのタイプがある。PS I 型の光反応中心をもつものを以下の (ア)～(オ) からすべて選び、その記号を記せ。
(ア) 珪藻類 (イ) 紅色細菌 (ウ) シアノバクテリア
(エ) 緑色硫黄細菌 (オ) 緑色非硫黄細菌
- (5) 下線部 (b) のように、透過型電子顕微鏡を使用することで光学顕微鏡では見えないチラコイド膜が観察できる。一方、電子顕微鏡で観察できないものを光学顕微鏡で観察できることがある。それぞれの顕微鏡の優れている特徴について以下の語をすべて用いて5行程度で説明せよ。

真空 電子線 波長 光 (ひかり)

【次ページに続く】

問2 微生物学分野に関連した以下の(1)～(8)の用語の中から4つを選び、それぞれ1～2行程度で説明せよ。

- (1) 脱窒 (denitrification)
- (2) 莢膜 (capsule)
- (3) エマージング感染症 (emerging infectious diseases)
- (4) 外毒素 (exotoxin)
- (5) 連続培養 (continuous culture)
- (6) バクテリオファージ (bacteriophage)
- (7) 通性嫌気性細菌 (facultative anaerobic bacteria)
- (8) ウイロイド (viroid)

問題 1 1

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

有機化合物の性質を理解するうえで、化合物がもつ官能基を知ることは重要である。例えば、酢酸は〔 1 〕基をもつため酸性を示し、メチルアミンは〔 2 〕基をもつため塩基性を示す。この2種類の化合物が脱水縮合した場合に生じる官能基を〔 3 〕基とよび、生成物は中性となる。ただし、〔 3 〕基の生成を効率よく進めるためには、いったん〔 1 〕基を〔 4 〕基と反応させてエステルに変換してから反応させるとよい。

- (1) 空欄〔 1 〕～〔 4 〕にあてはまる最も適切な語を記せ。
- (2) 下線部の化合物の構造式と分子量を記せ。
- (3) 官能基〔 3 〕の構造式を記せ。

問2 有機化学分野に関連した以下の（1）～（6）の用語の中から4つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってもよい。

- (1) 共役二重結合 (conjugate double bond)
- (2) ラセミ体 (racemic body)
- (3) 電子供与体 (electron donor)
- (4) 求核試薬 (nucleophilic reagent)
- (5) 水素添加／接触還元反応 (hydrogenation)
- (6) フェーリング液 (Fehling's solution)