

高知大学

2020 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：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 ~ 8

解答用紙…… 5 枚(白紙を除く)

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：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)

地球上に光合成生物が出現した結果、大気中に大量の酸素が放出されると、酸素が大気中に蓄積して成層圏にオゾン層が形成された。(a)オゾン層により陸上は生物が生存できる環境となったが、(b)陸上は現在でも水中に比べて生物の生存にとって不利な点が多い。オルドビス紀中期の地層から、植物の孢子と考えられる化石が見つまっていることから、この頃には植物が陸上へ進出していたと考えられている。

最古の植物の化石は(ア)で、シルル紀末の地層から発見された。(ア)は、コケ植物と同様に(イ)をもたないが、コケ植物に見られない2つに分岐した孢子体をもつ。デボン紀になると、水分や養分を効率よく輸送することのできる(イ)を発達させた(ウ)などの植物が出現した。これらの植物では葉や根の分化は見られないが、クチクラ層や蒸散などを行う(エ)が発達していた。やがて植物は、葉や根などの器官をもつように進化するとともに、(c)葉は扁平になり、光合成器官として特殊化していった。

石炭紀には、温暖で湿潤な気候のもとで、(オ)やリンボクなどの高さ20mを越える大型の木生シダが水辺の湿地に大森林をつくったと考えられている。

問1 文中の(ア)から(オ)にあてはまる語句を以下の語群から選び、記号で答えよ。

【語群】

- A. 花 B. 内皮 C. 維管束 D. 気孔 E. 種子 F. シダ種子類
 G. イチョウ H. ピカイア I. オパビニア J. クックソニア K. スプリギナ
 L. ロボク M. リニア N. ユーグレナ O. 担子菌 P. 子のう菌
 Q. ケイ藻

問2 下線部(a)について、オゾン層のはたらきを30字以内で答えよ。

問3 下線部(b)について、不利な点を3つ答えよ。

問 4 コケ植物の胞子体の特徴を記述した以下の A から F のうち正しいものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- A. 胞子体は単独で生活し、多分岐し、各先端に 1 つの胞子のうをつくる
- B. 胞子体は単独で生活し、分岐せず、その先端に 1 つの胞子のうをつくる
- C. 胞子体は単独で生活し、分岐せず、その先端に 2 つ以上の胞子のうをつくる
- D. 胞子体は配偶体上に形成され、多分岐し、各先端に 1 つの胞子のうをつくる
- E. 胞子体は配偶体上に形成され、分岐せず、その先端に 1 つの胞子のうをつくる
- F. 胞子体は配偶体上に形成され、分岐せず、その先端に 2 つ以上の胞子のうをつくる

問 5 コケ植物に見られる雄性の配偶子を何と呼ぶか、答えよ。

問 6 下線部(c)について、葉が扁平になった理由を 30 字以内で答えよ。

問 7 シダ植物の典型的な配偶体の簡単な模式図を描け。さらに、描いた図中に配偶体の特徴的な構造を 3 つ示し、その名称を記入せよ。

問 8 現生のシダ植物は 2 つの異なる系統からなるとされている。ひとつはシダ類、もうひとつは何類か、答えよ。

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

体細胞分裂を行う細胞では、(ア)と(イ)が繰り返されており、これを^(a)細胞周期と呼ぶ。(ア)はさらに、前期、^(b)中期、後期、終期に分けられ、(イ)はG₁期、(ウ)期、G₂期に分けられる。ウニの初期胚では、体細胞分裂の様子を生きたままで観察できる。光学顕微鏡を使うことで、紡錘体の存在や細胞質分裂の様子をとらえることができる。(ア)での染色体の移動や細胞質分裂のできる細胞のくびれは、^(c)細胞骨格のはたらきによるものである。^(d)ウニの卵割では、受精後3回目までの卵割は等割で、分裂により生じる割球の大きさにほとんど差はない。多細胞生物の体では、初期胚の時期を除いて、分裂する細胞は限られており、^(e)多くの細胞は、細胞分裂を停止している。

減数分裂は配偶子形成の過程でおこる特別な細胞分裂で、1回のDNA複製の後、2回の分裂が連続しておこる。卵形成では、卵原細胞が成長して(エ)となり減数分裂を始める。第一分裂で(エ)は不均等に分裂し、(オ)と(カ)になる。第二分裂では、(オ)が卵と(キ)となる。^(f)ヒトでは、減数分裂が途中で停止した状態で排卵がおこり、精子が侵入すると減数分裂が再開する。

問1 文中の(ア)から(キ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)について、ある培養細胞をシャーレで培養し、培養開始から24時間後と72時間後にシャーレの中の細胞数を計測した。その結果は以下ようになった。この培養細胞の細胞周期の長さを求めよ。ただし、シャーレの中の培養細胞の細胞周期は全て等しく、各細胞が細胞周期のどの時期にあるかはまちまちであるとする。

培養時間(時間)	24	72
細胞数 (×10 ⁵ 個)	3.2	25.6

問3 下線部(b)について、中期におこることを20字以内で述べよ。

問 4 下線部(c)について、動物細胞の細胞骨格について記述した次の文章のうち、誤っているものを1つ選び、記号で答えよ。

- A. 細胞骨格はタンパク質でできている
- B. 紡錘体は、微小管からなる紡錘糸の束である
- C. 染色体を分配するために、微小管は染色体の中心体に結合する
- D. 中間径フィラメントによって細胞や核の形が保たれている
- E. 細胞骨格のはたらきによって細胞小器官の移動がおこる
- F. 細胞質分裂では、細胞膜直下にあるアクチンフィラメントのはたらきによって細胞がくびれる

問 5 下線部(d)について、ウニの8細胞期胚を使って2つの実験をした。以下に書かれた2つの実験内容と実験結果から分かることを40字以内で述べよ。

実験1 8細胞期の胚を、動物極側と植物極側の割球が2つずつ含まれるように二分割して、発生を続けさせると、どちらも正常な形のプルテウス幼生になった。

実験2 8細胞期の胚を、動物極側の4つの割球と植物極側の4つの割球に二分割して、発生を続けさせると、それぞれ形の違った異常胚になった。

問 6 下線部(e)について、細胞分裂が停止している時期を何と呼ぶか答えよ。

問 7 下線部(f)について、ヒトで排卵がおこるとき、卵形成は減数分裂のどの段階で停止しているか、正しいものを1つ選び、記号で答えよ。

- A. 第一分裂前期
- B. 第一分裂中期
- C. 第一分裂後期
- D. 第二分裂前期
- E. 第二分裂中期
- F. 第二分裂後期

III 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生体を構成するタンパク質は、多数のアミノ酸がペプチド結合によって鎖状につながっている。ペプチド結合は、1つのアミノ酸の(ア)基と、もう1つのアミノ酸のアミノ基から1分子の(イ)が取り除かれることによってできる。このようにして、長くつながったアミノ酸の鎖はポリペプチドと呼ばれる。ポリペプチドは、らせん状になった(ウ)構造やジグザグ状になった(エ)構造をとることがあり、この部分的な立体構造を(オ)という。1本のポリペプチドは、これらの(オ)がいくつも組み合わせられながら、ポリペプチドの側鎖間の相互作用や、硫黄を含むアミノ酸である(カ)の側鎖間でつくられる(キ)結合などによって、より複雑で特有な立体構造をつくる。さらに、複数のポリペプチドが組み合わせることができる立体構造をタンパク質の(ク)という。たとえば、私たちの赤血球に含まれ、^(a)酸素を運搬するヘモグロビンは、よく似た2種類のポリペプチドがそれぞれ2本ずつ、計4本が集まって(ク)をつくっている。タンパク質の立体構造は、高温や強い酸または強いアルカリによって変化することがある。このような立体構造の変化によって、タンパク質本来の性質が失われる現象をタンパク質の(ケ)という。また、(ケ)によって機能をもったタンパク質(酵素など)が、そのはたらきを失うことを(コ)という。

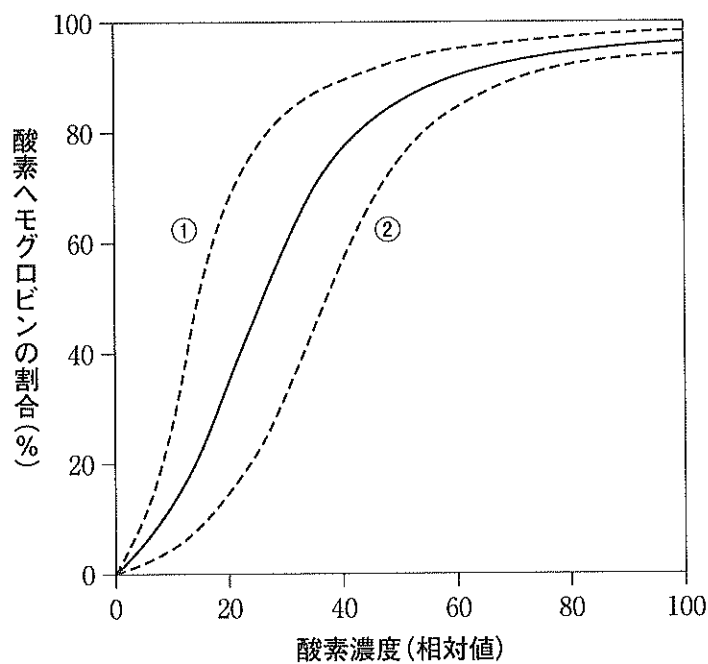


図1

問 1 文中の(ア)から(コ)にあてはまる語句を以下の語群から選び、記号で答えよ。

【語群】

- A. メチル B. β シート C. カルボキシ D. 水酸 E. 変性
F. システイン G. 水素 H. 一次構造 I. 二次構造 J. 三次構造
K. 四次構造 L. アラニン M. 水 N. 失活 O. 触媒 P. ペプチド
Q. α ヘリックス R. S-S

問 2 下線部(a)について、ヘモグロビンはヘムと呼ばれる赤い色素をもっている。ヘム中で酸素と結合する原子の名称を答えよ。

問 3 図1は、酸素濃度と酸素ヘモグロビンの割合の関係を表したグラフである。このグラフの曲線を何と呼ぶか答えよ。

問 4 図1の曲線は、二酸化炭素の濃度で変化する。実線で描かれた曲線と比べて、二酸化炭素の濃度が低い場合の曲線は、点線①と②のどちらになるか、番号で答えよ。

問 5 酸素ヘモグロビンの割合は、おもに酸素濃度と二酸化炭素濃度によって変化する。この特徴に基づいて、酸素を肺から効率よく組織の細胞へ運ぶしくみを、次の4つの語句を用いて100字以内で説明せよ。

酸素濃度 二酸化炭素濃度 酸素と結合 酸素を解離

IV 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生物群集と非生物的環境を合わせたものが生態系である。生態系では、食物連鎖に伴う炭素や窒素などの物質の循環やエネルギーの流れを通して、生物と環境とがつながっている。

水界生態系の1つである湖沼生態系において、おもな生産者は光合成をおこない浮遊生活する植物プランクトンである。植物プランクトンの個体数は、水温や光の強さ、栄養塩類の濃度に依存して変化する。湖沼では、^(a)植物プランクトンは生産層と呼ばれる表層におり、補償深度より深い分解層にはほとんどいない。湖沼において、窒素などの栄養塩類の濃度が高くなる現象を^(b)富栄養化という。それに伴って植物プランクトンの^(c)アナベナなどが異常に増殖して水面が青緑色になる(ア)が発生する。窒素はタンパク質や核酸の合成に欠かせない元素である。湖沼生態系では、水中に溶けている窒素以外に、大気から直接窒素を取り込んで(イ)をおこなう^(d)ネンジュモなどの植物プランクトンがいる。

植物プランクトンの光合成によって生産される有機物は、おもに動物プランクトンによって摂食され、さらに魚類など二次消費者に食べられる。このような食物連鎖を通して、生態系内ではエネルギーが流れている。植物プランクトンのように外界から取り入れた無機物を利用して有機物を合成する生き物を(ウ)生物と呼び、動物プランクトンや魚類のように他の生物が作った有機物を摂取してエネルギーを得ている生き物を(エ)生物と呼ぶ。^(e)湖沼生態系におけるエネルギー効率に関して、一次消費者の摂食効率は、森林や草原などの陸上生態系における摂食効率よりも高い。

問1 文中の(ア)から(エ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)について、なぜ植物プランクトンは補償深度より深いところにはいないのか、30字以内で述べよ。

問3 下線部(b)について、富栄養化は生物群集と非生物的環境の両方にかかわる問題を引き起こしている。富栄養化による植物プランクトンの大発生が、非生物的環境に及ぼす影響と、それによる生物群集への悪影響について、例を1つあげ、40字以内で述べよ。

問4 下線部(c)と(d)は、それぞれどのなかまに属するか、以下の語群から記号で答えよ。ただし、同じ記号を重複して解答してもかまわない。

【語群】

- A. 緑藻類 B. ケイ藻類 C. シャジクモ類 D. 渦鞭毛藻類
E. シアノバクテリア

問 5 下線部(e)について、一次消費者の摂食効率が、湖沼生態系よりも陸上生態系の方で低くなる理由を、40字以内で述べよ。