

Z会東大進学教室

## 医学部生物

### 難関大生物 / 難関大生物 T



# 1章 動物の反応

## 問題

### ■ 演習

#### 【1】

#### 解答

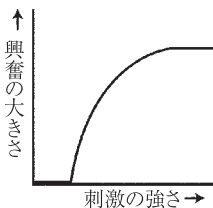
問1 (イ)

問2 問(1) (完全)強縮

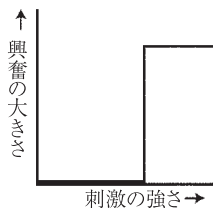
問(2) (イ)

問3 (下図)

神経全体を刺激した場合



一つの軸索だけを刺激した場合



問4 問(1) 適刺激

問(2) 空気の振動：(イ)

からだの回転：(オ)

化学物質：(ア)

からだの傾き：(ウ)

光：(カ)

#### 解説

問1 ニューロン間での興奮の伝達は、神経終末から細胞体へは起こるが、反対方向には起こらない。

問2 瞬間的な単一刺激を与えると単収縮が、連続的な刺激により強縮が起こる。

問3 一つの軸索だけの場合、全か無かの法則が成立するため、閾値以上の刺激ならば一定の大きさの興奮を起こす。一方、様々な閾値をもつ軸索の集合体である神経の場合、刺激が大きくなるにしたがって、興奮する軸索が増えていく。

問4 受容器が受け取りうる刺激の種類を適刺激という。空気の振動は内耳のうずまき管内にあるコルチ器(官)で、光は網膜の視細胞で受け取る。

## 【2】

### 解答

問1 B, C

問2 (a) 条件づけ

(b) 食べたことのある酸っぱいものを見ると唾液が出てくる。

問3 (a) シナプス小胞

(b) シナプス小胞が神経終末部の細胞膜と融合することで、シナプス小胞内の神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。

(c) 伝達物質依存性のイオンチャンネルが開き、ナトリウムイオンが細胞内に流入することで活動電位が生じ、興奮が伝達される。

問4 A, D

問5 音の違いを認識・記憶して、特定の音による刺激を受けたときにのみ、フリージングを引き起こす役割。(47字)

問6 A

問7 2時間程度の短時間の記憶ではなく、24時間程度の長時間にわたる記憶の保持を司っている。(43字)

### 解説

問1 交感神経が亢進するので、

A：心拍数は増加する。

D：血中のアセチルコリン濃度は減少する。(ノルアドレナリン濃度は上昇する)

E：胃や腸の動きは不活発となる。

問2 (b) 経験したことでないと反応は起こらない。解答の他にも、昼休み前の4時間目のチャイムが鳴ると唾液が出る、またはおなが鳴る、などが挙げられる。

問3 興奮がシナプス終末部まで伝導されると、電位依存性のカルシウムチャンネルが開き、カルシウムイオンが細胞内に流入する。流入したカルシウムイオンの働きにより、シナプス小胞が神経終末部の細胞膜と融合することで、シナプス小胞内の神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。放出された神経伝達物質が、受け取る側の細胞の、伝達物質依存性のナトリウムチャンネルに結合すると、チャンネルが開き、ナトリウムイオンが細胞内に流入することで活動電位が生じ、興奮が伝達される。

問4 B：小脳の異常。

C：閾値が低くなると音に対してより鋭敏になる。

E：これは聴覚野と関係ない。

聴覚野を破壊すると音を知覚することはできない(A)が、学習や記憶は成立する(D)。聴覚野は波長(波長P, Q)を聴き分けて反応するのに必要である。

問5 特定の音でのみフリージングをさせるように他の部域に情報を与えている。

問6 視覚刺激によりフリージングが起こっているのだから、視覚を認識する部位を破壊すればフリージングは阻害される。

問7 短時間の記憶は海馬という部分が司っており，ここで保持された記憶が脳新皮質において長期記憶になるといわれている。

【3】

解答

問1 ②-ウ ④-オ

問2 適刺激：体の回転

理由：回転を立体的に受容するには、3本の直角に位置している管が必要になる。

問3 ア

問4 自律神経の名称：交感神経 色素名：ロドプシン

問5 右目

問6 a

問7 盲斑

問8 A：イ B：オ

解説

問1 ①エ ②ウ ③ア ④オ ⑤イ

問2 三次元の回転覚は、縦、横、高さの3本の直行する軸があれば受容することができる。

問3 基底膜の幅は基部では狭く、先端部ほど広がっている。よって高音は基部側で共鳴し、低音は先端部側で共鳴する。このように振動する基底膜の範囲が異なることで、音の高低を聞き分けている。

問4 光が弱いときには交感神経が興奮して瞳孔が開き、光が強くと副交感神経が興奮して瞳孔が閉じる。桿体細胞にあるロドプシンは視物質として働き、光が当たることで分解される。

問5 盲斑は鼻側にある。図では、盲斑が中心窩よりも左側にあるので右目である。

問6 錐体細胞は黄斑に集中的に存在する。

問7 盲斑には視細胞が存在しない。

問8 A：右目からの視神経がすべて切断されているので、右目からの視野が失われる。

B：左右の目の網膜の左側には、視野の右側から入った光が像を結び、網膜の右側には、視野の左側から入った光が像を結ぶ。よって、右目からの右視野と左目からの左視野（両目の外側視野）が欠損する。

#### 【4】

##### 解答

問1 (ア)－軸索 (イ)－樹状突起 (ウ)－活動電位 (エ)－ナトリウム  
(オ)－カリウム (カ)－抑制 (キ)－弛緩

問2 感覚ニューロンB：60m/秒  
感覚ニューロンC：2m/秒

理由：感覚ニューロンBは髄鞘をもち、感覚ニューロンCは髄鞘をもたないから。もしくは、感覚ニューロンBは軸索が太く、感覚ニューロンCは軸索が細いから。

(71字)

問3 シナプスの数：2  
伝達時間：0.8ミリ秒

##### 解説

問1 神経を構成する単位をニューロンという。ニューロンには核のある細胞体があり、そこから長い突起である軸索と、短く枝分かれした多数の樹状突起が伸びている。

活動電位は $\text{Na}^+$ が細胞内に流入することで生じる。そしてその後 $\text{K}^+$ が流出することで活動電位は降下する。

問2 Bは0.6mの距離を10ミリ秒で興奮が伝導しているので、伝導速度は60m/秒。Cは0.8mの距離を400ミリ秒で興奮が伝導しているので、伝導速度は2m/秒である。

有髄神経繊維は跳躍伝導を行うので、無髄神経繊維よりも伝導速度は速い。また軸索が太いほど伝導速度は上昇する。さらに温度が高くても伝導速度は速くなる。

問3 図2の電極1より感覚ニューロンBの伝導には10ミリ秒かかることがわかる。また、運動ニューロンAの興奮伝導速度は50m/秒であるので1mある運動ニューロンAを伝導するには20ミリ秒かかる。したがって伝達には

$$31.6 - (10 + 20) = 1.6 \text{ [ミリ秒]}$$

かかる。ここでシナプスはBとAの間、Aと筋肉の間の2つ存在するので、1つのシナプスを通過するのに0.8ミリ秒かかることになる。さらに実験2の図3より、伝達にかかる時間が

$$401.6 - 400 = 1.6 \text{ [ミリ秒]}$$

であるので、ここには2個のシナプスが存在することがわかる。

## 添削課題

### 解答

- 問1 (e)
- 問2 イー灰白質      ウー白質      エー背根      オー腹根
- 問3 ⑤
- 問4 軸索には絶縁体である髄鞘が存在し、興奮が髄鞘間のランビエ絞輪を飛び飛びに伝わる  
跳躍伝導がみられるため。
- 問5 ②
- 問6 感覚神経から伝わってきた興奮が脳を経ずに、運動神経に伝達されるから。
- 問7 ①, ⑤
- 問8 筋肉の伸張刺激
- 問9 (i) キー①      クー①      ケー①      コー②      サー②      シー③  
(ii) 静止電位をさらに負の方向に増大させることで、活動電位を生じにくくしている。

### 解説

- 問1 延髄・中脳・間脳を合わせて脳幹という。
- 問2 細胞体が集まっているところは灰白質となり、軸索が集まっているところは白質となる。  
大脳では、外側が灰白質で内側が白質である。
- 問3 ①, ②, ③, ④は自律神経系が支配する。感覚神経や運動神経は体性神経系である。
- 問4 ヒトの神経のほとんどは有髄神経繊維であるが、自律神経系の一部には無髄神経繊維がある。
- 問5 動眼神経と繋がる中脳が瞳孔反射の中樞である。瞳孔は交感神経の刺激により拡大し、副交感神経の刺激により縮小する。
- 問6 大脳(意識)と無関係に情報が伝われば、無意識の行動となる。
- 問7 ②は条件反応。④は中脳反射。③, ⑥は反射ではない。①や⑤の屈筋反射が脊髄を中枢とする反射である。
- 問8 筋肉の伸張を筋紡錘が感受し、膝蓋腱反射が起こる。
- 問9 (i) キ, ク, ケ: 全か無かの法則が成り立つので、振幅が変化することはない。  
シ: 足が前に跳ね上がるので、屈筋の収縮は起こらない。よって(Ⅱ)では活動電位の頻度が増大して伸筋を収縮させるものの、(Ⅲ)では(Ⅳ)によって活動電位の頻度が減少して屈筋は弛緩する。(Ⅳ)の神経細胞が放出する神経伝達物質は抑制性の神経伝達物質とよばれ、GABA( $\gamma$ -アミノ酪酸)が挙げられる。
- (ii) 細胞内部が静止電位以上に負になることを、過分極という。

## 2章 植物生理

### 問題

#### ■ 演習

#### 【1】

#### 解答

- 問1 1 - 胚珠      2 - 珠皮      3 - 休眠      4 - アブシシン酸  
5 - 光発芽      6 - 赤色      7 - 遠赤色      8 - グルコース  
9 - 基質      10 - 基質特異性
- 問2 (1) 重複受精  
(2) 中央細胞, 卵細胞
- 問3 (1) 上部にある葉が光合成に利用するために吸収するから。(25字)  
(2) 光発芽種子は小さなものが多く, 貯蔵物質が少ない。そのため, 発芽後すぐに光合成のできない環境で発芽をしても, 枯死する可能性が高いから。(66字)
- 問4 (1) B, E  
(2) B, E  
(3) 子葉  
(4) ブドウの単為結実の促進, 伸長成長の促進 などから1つ
- 問5 細胞壁

#### 解説

- 問1 胚珠は珠心とこれを取り囲む珠皮からなる。アブシシン酸は休眠を促進し, ジベレリンは発芽を促進する。
- 問2 中央細胞には二つの極核がある。中央細胞と精細胞の融合により胚乳が形成される。
- 問3 葉が茂っている場合, 光合成効率のよい赤色光は葉に吸収されるため, 林床には到達しない。光発芽種子は貯蔵物質が少ないので, 発芽したらすぐに光合成をする必要がある。
- 問4 胚から分泌されたジベレリンが糊粉層に作用すると, 糊粉層からアミラーゼが分泌され, 胚乳のデンプンが分解される。ジベレリンは地上部の成長促進も行っている。
- 問5 植物の細胞壁では, セルロースがたくさん束になってセルロース微繊維を形成している。ペクチンは, この微繊維の間をつなぐ接着剤のような働きをしている。



## 【2】

### 解答

- 問1 ① 独立栄養生物      ② カリウム      ③ 亜硝酸菌      ④ 亜硝酸  
⑤ 硝酸菌      ⑥ 硝酸      ⑦ ヌクレオチド      ⑧ 光化学  
⑨ ATP      ⑩ 吸水力

問2 硫黄を側鎖にもつアミノ酸どうしがS-S結合を形成することで、タンパク質は複雑に折りたたまれ、固有の立体構造をとることができる。(63字)

問3 夕取り

問4 葉の温度：水が不足している状態の植物の葉

理由：水が不足すると蒸散が抑制されるため、蒸発熱として葉から奪われる熱量が減るから。(39字)

問5 ア) ○      イ) ×      ウ) ○      エ) ×

問6 乾燥地では水が少ないため、水を巡る種内競争が生じる。その結果、生存に必要な量の水が得られる一定の面積を、競争に勝った個体が占めるようになったから。(73字)

### 解説

問1 光エネルギーを吸収すると、チラコイド膜で起こる反応によりATPと還元型補酵素(NADPH)が生成される。硝酸菌と亜硝酸菌は硝化細菌と称され、化学合成細菌の一種である。

問2 水素を介した弱い結合(水素結合)によりタンパク質の二次構造が形成される。さらに、S-S結合などにより三次構造が形成される。

問3 硝酸イオンは、昼に光エネルギーを使用して生産されるATPと還元型補酵素により還元状態にされるので、硝酸イオン量は夕方の方が少なくなる。

問4 水が十分に与えられている状態では、蒸散が行われるために蒸発熱が奪われて葉の温度は低下する。

問5 乾燥地帯に適した植物なので、植物体内に水分を保持しやすいものを選ぶ。

問6 水が少ないので、個体の生存に必要な量の水を得るためには、ある程度の面積を占める必要がある。

【3】

解答

- 問1 (ア)－プロモーター (イ)－RNAポリメラーゼ
- 問2 A－ジベレリン B－アブシシン酸
- 問3 ・茎の伸長を促進する。  
・子房の肥大を促進する(単為結実を促進する)。 などから1つ
- 問4 温度・pH・基質濃度
- 問5 植物ホルモンAは胚から分泌され、糊粉層に作用してアミラーゼを合成させる。
- 問6 (B)
- 問7 植物ホルモンAはアミラーゼ遺伝子の転写を促進する。しかし、植物ホルモンBは植物ホルモンAを阻害し、アミラーゼ遺伝子の転写を抑制する。そのため、植物ホルモンA・Bがともに存在する場合、アミラーゼ遺伝子の mRNA 合成の誘導はみられなくなる。
- (118字)

解説

- 問1 DNAのプロモーター領域にRNAポリメラーゼが結合することで転写が起こる。
- 問2 基本事項。発芽の促進はジベレリン、抑制はアブシシン酸。気孔を閉じるのはアブシシン酸、開くのはサイトカイニンなのは要チェック事項。
- 問3 イネの馬鹿苗病は、ジベレリンを作るカビがイネの上部の伸長を促進することで起こる。開花前のブドウの花にジベレリンを塗布すると、受粉なしで子房の肥大が起こり(単為結実)、種無しブドウができる。
- 問4 最適温度・最適pH条件下で基質濃度が過剰のとき、最大速度( $V_{max}$ )となる。
- 問5 実験からわかることを書く必要がある。まず胚のない半切種子より、植物ホルモンAは胚から分泌されることがわかる。糊粉層を除去するとデンプンが分解されないことから、糊粉層がアミラーゼを分泌することがわかる。
- 問6 (A) 細胞壁については実験をしていない。  
(C) 植物ホルモンBは発芽を抑制しているが、糊粉層で合成されているわけではない。  
(D) アミラーゼの合成は糊粉層であり胚乳ではない。
- 問7 植物ホルモンBは植物ホルモンAによるアミラーゼ遺伝子の転写を抑制する因子として働いていると考えられる。

【4】

解答

問1 (1) 1-胚 2-胚乳 3-精細胞 4-休眠 5-液胞 6-膨圧

(2) 細胞小器官

(3) ゴルジ体

(4) 温度, 酸素

(5) (a)-アブシシン酸 (b)-ジベレリン

(6) (a)-セルロース (b)-A

問2 (1) 1-頂芽優勢 2-オーキシン 3-負 4-重力屈 5-正

(2) 頂芽で作られ, 下方へ移動して側芽の成長を促進するサイトカイニンの合成を抑制する。(40字)

(3) E

(4) 下側

(5) (a)-下側

(b)-茎でも根でも, オーキシンは下側の濃度が高くなる。しかし, 茎と根ではオーキシンの最適濃度が異なるため, 茎では下側の成長が促進されて上方向に伸長するが, 根では下側の成長が抑制されて下方向に伸長する。(97字)

解説

問1 (4) 温度は酵素反応を保つために重要な条件である。また, 酸素がないと呼吸が行えず, 効率的にATPが生成できなくなってしまう。

(6) A:セルロースはグルコースを構成単位とする多糖類である。

B:発芽後に光合成を行うには, 子葉が展開する必要がある。

C:水と一緒に移動するのは無機塩類であり, これから細胞壁を直接合成することはできない。

D:種皮が何かに変わることはない。

問2 (1) 茎は正の光屈性をもつが「暗所で」とあることから, ここではそれを答えることはできない。

(2) 基本事項。

(3) オーキシンには, 離層の形成・発達を抑制する働きがある。

(4), (5) 根はオーキシンに対する感受性が強いいため, オーキシン濃度が高いと伸長が抑制され, 正の重力屈性が起こる。

## 添削課題

### 解答

- I 問1 1 - 正      2 - 負      3 - 負      4 - 正  
問2 (a): インドール酢酸      (b): ジベレリン, エチレン  
問3 茎では上側に比べオーキシン濃度が高くなる下側の伸長が促進されるが, 根では上側に比べオーキシン濃度が高くなる下側の伸長が抑制されるため。(67字)
- II 問4 平衡石  
問5 アミロプラストの比重が高まり, 重力に反応して沈降しやすくなる。(31字)  
問6 内皮細胞は茎の重力屈性には必要だが, 根の重力屈性には必要ない。(31字)  
問7 アミロプラストが細胞内で重力方向に沈降すること。(24字)

### 解説

- I  
問1 基本事項。  
問2 基本事項。(b)は他にサイトカイニン, アブシシン酸, ブラシノステロイドも可。  
問3 オーキシンに対する感受性は器官によって違う。
- II  
問4 平衡石は前庭に存在する。  
問5 重力屈性は完全には失われていないが, 重力の受容能が低くなっている。  
問6 根ではコルメラ細胞が重力を受容するのに必要である。  
問7 アミロプラストの「挙動」について述べればよい。

### 3章 生態①

#### 問題

#### ■ 演習

#### 【1】

#### 解答

問1 ア－個体群                      イ－個体群密度                      ウ－密度  
     エ－環境収容力                      オ－相変異

問2 644 個体

問3 ・食料の減少により，死亡率が増加する。  
     ・生活空間の減少により，産卵数の減少や死亡率の増加が引き起こされる。

問4 (1) 飛翔に適した形態となることで分布域を広げ，個体群密度を低下させることができる。  
(2) 後脚が短くなる。

#### 解説

問1 基本事項。

問2  $x : 420 = 460 : 300$        $\therefore x = 644$

問3 上記解答の他に，「排出物の増加など環境が汚染されることで，死亡率が増加する。」なども挙げられる。

問4 (2) 上記解答の他に，  
     ・産卵数が減少する  
     ・体色が黒色になる  
     ・集合性が高くなる  
     などが挙げられる。

【2】

解答

I 問1 ③

問2 (1) (A)

(2) 違い：捕食者を1日後に入れると、被食者はすぐに絶滅せず捕食者も存在する。

しかし、同時に入れると被食者も捕食者もすぐに絶滅する。(60字)

理由：同時に入れると被食者は増加する前に捕食者によって食べつくされる。

そのため、捕食者も食べるものがなくなり、すぐに絶滅する。(60字)

問3 ①, ③

II ②, ③, ④, ⑦

解説

I

問1 被食者がいないので、捕食者も餌がなくなりやがて絶滅する。

問2 捕食者と被食者を同時に入れると、被食者がすぐに絶滅し、結果として捕食者も絶滅するという共倒れの状態になる。

問3 実験室では単純化した生態系をとるので、被食者の絶滅が起こりやすくなる。

II

① 生態的地位が違えば「中立」の状態になる。

⑥ 種によって最適な温度や湿度がある。

⑧ 周期的な変動が起こることもあるが、通常は定常状態となって安定することがほとんどである。

【3】

解答

- 問1 多い生態系：D,  $1029 \times 10^{12}$ kg      少ない生態系：A,  $1.0 \times 10^{12}$ kg  
問2 多い生態系：A,  $43333.3 \times 10^{-3}$ kg/年      少ない生態系：F,  $40 \times 10^{-3}$ kg/年  
問3 A：⑤      B：①      C：⑥      D：③      E：②      F：④  
問4 熱帯多雨林：現存量は大きい純生産量は小さいから。(19字)  
外洋域：現存量は小さい純生産量は大きいから。(19字)  
問5 G-I      H-A      I-U

問6 若い人工林は光合成が活発であり総生産量が高いが、非同化器官の割合が小さいために呼吸量が小さく、純生産量が高くなる。また、十分に発達した安定した森林では極相林となり、非同化器官の割合が大きいため呼吸量も大きく、純生産量は0に近づく。森林が伐採された直後の跡地では、光合成は行われず、分解者による分解が盛んであるため、二酸化炭素の放出源となる。(171字)

解説

- 問1 A： $332 \times 0.003 = 0.996$       B： $42 \times 0.3 = 12.6$       C： $29 \times 0.1 = 2.9$   
D： $24.5 \times 42 = 1029$       E： $15 \times 4 = 60$       F： $12 \times 20 = 240$   
問2 A： $0.13 \div 0.003 = 43.33333\cdots$       B： $0.04 \div 0.3 = 0.13333\cdots$       C： $0.47 \div 0.1 = 4.7$   
D： $2 \div 42 = 0.04761\cdots$       E： $0.9 \div 4 = 0.225$       F： $0.8 \div 20 = 0.04$   
問3, 4 熱帯多雨林の生産者は木本なので、非同化器官量が多いため現存量は大きい、現存量あたりの純生産量はそれほど大きくない。外洋域の生産者は植物プランクトンなので、現存量は小さいが、現存量あたりの純生産量は大きい。あるいは、面積がいちばん大きいところから判断したと答えてもよい。  
問5, 6 若い森林は非同化器官量が少ないので呼吸量が小さく、純生産量大きい。しかし、極相林になると非同化器官量が増えるため、呼吸量が大きくなって純生産量が小さくなる。

#### 【4】

##### 解答

問1 1-生物群集 2-個体群 3, 4, 5-食物・生活空間・配偶個体

問2 (1)  $D = \frac{N}{S}$

(2) 16(個体/m<sup>2</sup>)

(3) 196 個体

(4) 300 個体

(5) ・区画ごとに環境が異なり、分布している個体数にばらつきがある可能性があるから。  
・捕獲個体とその他の個体の中で、再捕獲の際の捕獲されやすさや生存率の違いが大きい可能性があるから。

問3 (1) 1, 2, 3: 日長・気温・降水量

(2) ウサギの個体群密度が高くなると、ウサギの捕食者であるヤマネコの捕食量が増え、出産数も増加し、ヤマネコの個体群密度は高くなる。しかし、ヤマネコの捕食量が増加し続けると、ウサギの個体群密度が低下するため、ヤマネコの捕食量は減り、ヤマネコの個体群密度は低下する。(128字)

##### 解説

問1 前後の文章とのつながりなどを考えながら入れていく。

1: 入れにくい。次の2が個体群であることから、生物の集まりとして生物群集が適する。

2: 同種の集団なので個体群である。

3~5: 食物、生活空間、配偶個体といった生活要求は、種内関係を考えるうえでの重要な要素となる。

問2 (1) 基本事項。

(2) 5つの調査区での総個体数は、20 個体。したがって、1つの区画では平均4 個体。  
1m<sup>2</sup> 中では16 個体となる。

(3)  $4 \times 49 = 196$

(4) 標識再捕法は、全体と部分の比は一定であるという仮定に基づいた個体数の調査法である。移動力が高く、頻繁に行動が変わるが、時期によって死亡率や捕獲率が変わらない動物の総数を推定するのに適した方法である。  $x:20=30:2 \quad \therefore x=300$

(5) 区画ごとに環境が大きく異なり、生物種によって分布の仕方に違いがあるためデータのばらつきが大きく出るような場合は、区画法は適していない。一方、マーキングした個体としていない個体の中で捕獲されやすさや生存率などに差がある場合は、標識再捕法は適していない。どちらかの方法が適していない状態のときは、推定値が一致しないことが多い。

問3 (1) 生物は環境からの影響を受ける。これを環境から生物への作用と呼ぶ。

(2) 被食者の個体数の上昇の後、捕食者の個体数の上昇が起こり、被食者の個体数の減少の後、捕食者の個体数の減少が起こる。捕食者の個体数の変動が被食者の個体数の変動より遅れるのは、被食者の個体数の変動が捕食者の繁殖に影響するまでに時間がかかるためである。

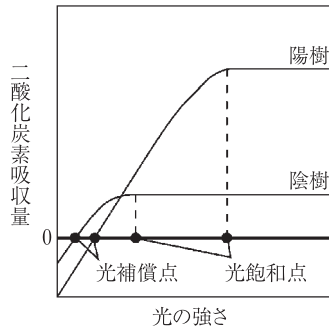


## 添削課題

### 解答

問1 アー二次      イー高木      ウー亜高木      エー低木      オー草本  
 カー高い      キー小さい(遅い)      クー初期(早い)      ケー先駆      コー極相

問2 (右図)



- 問3 (1) 林冠ギャップが小さいため、林床に当たる光は少ない。弱い光の下では耐陰性の高い陰樹の成長速度が大きく、成長速度の小さい陽樹は育つことができない。よって、陰樹林が林冠ギャップに再生することとなる。(96字)
- (2) 非常に大きな林冠ギャップが形成されるために、最初は草本や明るい場所で成長速度の高い陽樹が侵入する。やがて林の密度が高まると林床の日照が不足して、耐陰性の高い陰樹が極相林を形成する。(90字)

### 解説

問1 イからオを森林の階層構造という。

ケ：陽樹のように、遷移の初期に個体数を増やす樹種を先駆樹種という。

問2 陽樹は最大光合成速度、光飽和点、光補償点、呼吸速度のすべてが陰樹よりも高い。

問3 二次遷移の場合、林冠ギャップが大きいと草本や陽樹からの遷移となり、林冠ギャップが小さいと耐陰性の高い陰樹からの遷移となる。

## 4章 生態②

### 問題

#### ■ 演習

#### 【1】

#### 解答

問1 ある地域の生物群集と非生物的環境を1つのまとまりとして捉えたもの。

問2 エ

問3  $G_0 + C_0 + D_0$

問4  $G_2 + C_2 + D_2 + R_2$  あるいは  $C_1 - F_2$

問5 光合成に使われるエネルギー(総生産量)

問6 D, F

問7 ア, エ

問8 a : ウ      b : エ

問9 極相林を構成する樹木は非同化器官量が多いため、呼吸量は大きくなるが、総生産量はそれほど大きくなる。そのため、総生産量と呼吸量がほとんど変わらなくなり、純生産量はほぼゼロとなる。

#### 解説

問1 非生物的環境は無機的環境ともよばれ、光・温度・水・大気・土壌などが含まれる。

問2 Fは生産者には存在しない値である。

問3 総生産量から呼吸量をひいた量が純生産量である。

問4 摂食量のうち、不消化排出量は同化量に入らない。

問5 最高次消費者にはCが存在せず、最高次消費者の $G + D + R + F$ は一つ前の栄養段階のCに等しい。

問6 分解者が利用するのは、枯死・死亡量と不消化排出量である。

問7 ア：極相林は種組成の移り変わりがなくなり安定しているため、植物の種類は少なくなる。植物の種類が一番多くなるのは、陰樹林と陽樹林が混交しているときである。  
エ：先駆種では小さく軽い種子をつくるものが多く、風で種子を飛ばして生息域を広げる。反対に、極相種では大きく重い種子をつくるものが多くなる。

問8, 9 極相林は樹高が高く、非同化器官量が多いため、呼吸量が大きくなる。しかし、同化器官量はそれほど多くはならないため、生物量あたりの総生産量は大きくはならない。その結果、純生産量は小さくなる。

## 【2】

### 解答

問1 1-極相 2-一次 3-ギャップ  
4-陰樹 5-陽樹 6-二次

問2 地衣類やコケ植物、草本植物が生育し、荒原を経て草原となった後、陽樹の低木林から高木林、陰樹の針葉樹林へと推移する。(57字)

問3 小さなギャップでは、林床に届く光が少ないため陰樹が成長する。大きなギャップでは、林床に届く光が多いため陽樹が成長し、その後、暗くなった林床でも生育できる陰樹に置き換わる。(85字)

問4 A：生産者 B：一次消費者 C：二次消費者 D：分解者  
流れの名称：食物連鎖

問5 ①の名称：光合成 ②の名称：呼吸  
気候現象：地球温暖化

問6 物質は生態系内を循環するが、エネルギーは循環しない。(26字)

### 解説

問1 2・6：火山の溶岩流跡や大規模な土砂崩れ跡のように、土壌が形成されていず、生物が存在しない裸地から始まる遷移を一次遷移という。一方、ある時点まで存在していた植物群落が山火事や伐採など何らかの作用で失われた跡地では、土壌は形成されており、植物の根や茎、種子が残っている場合も多い。このような状態から始まる遷移を二次遷移という。ギャップ更新は小規模な二次遷移の一種である。

問2 気温が低い亜寒帯では、極相林として、耐寒性の高い常緑針葉樹が優占する針葉樹林が形成される。

問3 ギャップの大きさによって、林床に差し込む光の量が異なってくる。

問4・5 A～DのうちAだけが、大気中の二酸化炭素を取り込んでいる。したがって、Aは生産者で、矢印①の生理機能は光合成だとわかる。また、全ての生物が行っている矢印②の生理機能は呼吸であり、矢印③は、石炭・石油の燃焼による二酸化炭素の放出である。

問6 炭素や窒素などの物質は生態系内を循環する。一方、エネルギーは生態系内を循環せず、太陽の光エネルギーとして生態系外から流入し、生態系内で利用された後、熱エネルギーとして生態系外に放出される。

【3】

解答

問1 アー二次遷移            イー極相            ウーコケ植物(地衣類)            エー陰樹林  
      オー生産構造図        カー総生産            キー呼吸                            クー光飽和点

問2 裸地から始まる遷移は一次遷移であり、土壌がまだ形成されていないので水が不足し、栄養塩もほとんど存在しない状態である。一方、休耕田から始まる遷移は二次遷移であり、土壌はすでに形成されており水や栄養塩も豊富にある。また土壌中に種子や地下茎も存在しているため、植物の生育にとって適した環境になっている。(148字)

問3 2

問4 記号：a

理由：太陽光の平均値は双方の光飽和点を超過しており、aはcの3倍近いみかけの光合成速度となるため、aの成長速度はcよりも非常に大きいものになる。また、背丈もaの方が高く、光を効率よく得られるから。(94字)

問5 記号：c

理由：地表面に届く光は太陽光の平均値の3%となるため、aにとっては光補償点を下回る光の強さとなり枯死する。一方、光補償点の低いcにとっては光補償点を上回る光の強さであるため、生育が可能だから。(93字)

解説

問1 一次遷移では土壌が存在しないため、根の発達していないコケ植物や地衣類がまず生育する。

問2 一次遷移は裸地から始まるので土壌形成に時間がかかり、極相に達するには二次遷移よりも長く時間がかかる。

問3 aはイネ科型であり、相対照度が急激に低下することはないので、2となる。bは上部に同化器官が多いので、上部で急激に相対照度の低下する1、cはまだ高さが低いので、相対照度の低下が小さい3である。

問4 明るい環境では光合成速度の大きいaのほうが優勢になる。

問5 極相林の地表面近くには太陽光の平均値の3%の光しか到達せず、その光の強さはaにとっては光補償点以下、cにとっては光補償点以上である。したがって、極相の状態では、aは枯死し、cは生育する。

## 【4】

### 解答

問1 a - 窒素固定    b - 窒素同化    c - 硝化    d - 窒素同化  
e - 脱窒(脱窒素作用)

問2 レンゲソウはマメ科植物であり、その根に共生する根粒菌が空中の窒素を固定し、マメ科植物に提供するので、これを植えると土地の窒素分が増し、肥料となるから。

問3 亜硝酸菌はアンモニウムイオンを亜硝酸イオンに、硝酸菌は亜硝酸イオンを硝酸イオンに変える。いずれも窒素化合物を酸化するという性質をもち、そのときに生じる化学エネルギーで炭酸同化を行う化学合成細菌である。

問4 f - 呼吸    g - クエン酸回路    h -  $\text{CO}_2$     i - 電子伝達系  
j -  $\text{H}_2\text{O}$     k - ATP    l -  $\text{N}_2$

### 解説

問1 aの過程は空中窒素固定であり、マメ科植物に共生する根粒菌や好気性のアゾトバクテリア、嫌気性のクロストリジウム、原核生物のシアノバクテリアなどが行う。cの硝化には硝化細菌、eの脱窒(脱窒素作用)には脱窒素細菌が働く。

問2 空気中には約80%も窒素があるが、植物は直接それを使用することができない。そこでレンゲソウなどに共生する根粒菌に空気中の窒素を固定させて、それを田の中にすき込んで、イネなどの作物の成長に利用させる。

問3 亜硝酸菌は、アンモニウムイオンを酸化することで亜硝酸イオンをつくる。硝酸菌はこの亜硝酸イオンを酸化して硝酸イオンをつくる。植物は硝酸イオンを吸収して窒素同化を行う。

亜硝酸菌や硝酸菌は、基質を酸化することで得られる化学エネルギーを使用して、炭酸同化を行う。そうして合成したグルコースなどの有機物は、呼吸基質にしたり体を構成する物質の材料にしたりする。

問4 脱窒素細菌は、硝酸または亜硝酸を窒素ガスに変えて放出する作用、脱窒を行う。ここで放出される窒素ガスは、すべて土壌中の硝酸または亜硝酸に由来する。リード文中に、「最終的に水素を受けとるのが硝酸イオンであり、反応式3にしたがって窒素を生じる。」とあるのが読みとれただろうか。つまり、呼吸における電子受容体として、酸素ではなく硝酸を用いて、エネルギーの調達を行っていると思われる。

通常的高等植物や他の細菌類の体内での硝酸や亜硝酸の還元過程は、酵素を使用したエネルギーの放出がみられる同化の過程であるのに対し、脱窒はエネルギーの吸収がみられる異化の過程である。

## 添削課題

### 解答

問1 アー種                                  イー属                                  ウー科                                  エー二名法  
      オーシアノバクテリア                  カー細菌                                  キー紫外線                                  クーアンモニア

問2 (i) 原核生物界, 原生生物界, 植物界  
(ii) 原核生物界  
(iii) 原核生物界, 原生生物界, 植物界, 菌界, 動物界

問3 ①, ②, ④

問4 (i) ①, ⑥  
(ii) 変異体 A は根粒を形成しないため, 無機窒素成分を含まない土壌では窒素同化に必要な  $\text{NH}_4^+$  を獲得できず, 十分に生育できない。しかし, 親系統ダイズは根粒を形成し, 窒素固定により  $\text{NH}_4^+$  を獲得して窒素同化を行うので, 正常に生育することができる。  
(iii) 親系統ダイズでは根粒が一定数形成されると, それ以上の根粒の形成を抑制する遺伝子がはたらいっている。しかし, 変異体 B ではその遺伝子に変異が起こってはたらかなくなったために, 根粒が一定数形成された後も, 新たな根粒が形成されたと考えられる。よって, ある程度の根粒が形成されると, それ以上の根粒の形成を抑制する遺伝子がはたらくことによって, 根粒の着生数は調節されていると考えられる。

### 解説

問1 分類階級は大きい方から, 界・門・綱・目・科・属・種の順である。

先カンブリア時代に化学進化が起こり, その結果, 無機物から合成された有機物によって生命が誕生したと考えられている。原始海洋中で, 従属栄養生物である細菌は周囲の有機物を取り込んで呼吸を行った。

問2 (ii) 窒素固定能は原核生物にのみ見られる。

問3 ① 発酵は嫌氣的に有機物を分解する異化反応で, アルコール発酵・乳酸発酵などがある。

② 硫黄細菌が当てはまる。

③ 3段階で進行する呼吸は好氣的な呼吸である。

④ シアノバクテリアは酸素発生型, 光合成細菌は酸素非発生型である。

⑤ 硝酸菌の説明になっている。

問4 (i) 実験 1 ではダイズ種子に突然変異誘発を行っているので, この実験の結果からわかるのは, ダイズの遺伝子についてのみである。また, 変異体 A からは根粒形成, 変異体 B からは根粒数にそれぞれ関わる遺伝子の存在がわかる。

(ii) 根粒菌は窒素固定により  $\text{NH}_4^+$  をダイズに供給する。また, ダイズは光合成により有機物を根粒菌に供給する。このような相利共生の関係が成り立っているため, 親系統ダイズは, 無機窒素成分を含まない土壌でも  $\text{NH}_4^+$  を獲得し, 正常に生育することができる。一方, 変異体 A は根粒を形成しないため,  $\text{NH}_4^+$  を獲得することが

できず，生育できない。

- (iii) 親系統ダイズの時間差接種の結果から，すでに根粒が一定数形成されている場合には，新たな根粒が形成されない仕組みがあることが予想できる。ダイズにとって，根粒の形成・維持にはエネルギーが必要である。無駄なエネルギーを消費しないように，このような仕組みを進化させたと考えられている。

## 5章 進化・分類

### 問題

#### ■ 演習

#### 【1】

#### 解答

問1 (1) b (2) b, e, f (3) 昆虫

問2 (1) b (2) 両生類

問3 ・体の乾燥を防ぐ機能。(10字)  
・体を支持する機能。(9字)

問4 (1) 肺

(2) 乾燥時に空気中の酸素を使用するために、肺を発達させたと考えられ、乾期のある低地の湿地に生息していた。(50字)

問5 (1) 羊膜 (2) 収束進化(収れん)

問6 (1) は虫類・鳥類

(2) 尿酸は水にほとんど溶けないため、排出しても卵殻内の浸透圧が変化せず、発生に影響を及ぼしにくい。(47字)

#### 解説

問1 (1) たとえば、アゲハチョウは動物界の節足動物門昆虫綱鱗翅目アゲハチョウ科である。

(2) a, c-軟体動物門 d, g-棘皮動物門 h-環形動物門

問2 節足動物の多足類は、古生代のシルル紀に陸上に進出した。

問3 外部から身を守る機能、でも可。昆虫は内骨格をもたないが、外骨格をもっている。

問4 デボン紀に出現した肺魚(ハイギョ)など初期の硬骨魚類は、原始的な肺をもっていた。

問5 (1) 胚を羊水中で発生させるために羊膜がある。

(2) 相似器官は、収束進化の1つの例である。

問6 水生動物はアンモニアを排出し、陸上動物は尿素や尿酸を排出する。鳥類や卵殻内で育つ生物は、主に尿酸を排出する。



【2】

解答

A 問1  $a - p^2$        $b - 2pq$        $c - q^2$        $d - 0.4$   
 $e - 0.6$        $f - 0.625$        $g - 0.375$

問2 遺伝子平衡 (遺伝的平衡, ハーディー・ワインベルグ平衡)

問3 ・集団内に個体の出入りが無い。

・突然変異が起こらない。

・個体数が十分に多い。

問4 (1) (ウ) (2) 遺伝的浮動

B 問5 (ア) 6種類      (イ)  $\frac{n(n+1)}{2}$  種類

問6 ホモ接合体 -  $p^2$       ヘテロ接合体 -  $2pq, 2pr$

問7  $a$  の遺伝子頻度を  $p$ ,  $b$  の遺伝子頻度を  $q$ ,  $c$  の遺伝子頻度を  $r$  とおく。

$$(pa+qb+rc)^2 = p^2aa+q^2bb+r^2cc+2pqab+2qrbc+2prac$$

$$a \text{ の遺伝子頻度} = \frac{2p^2+2pq+2pr}{2p^2+2q^2+2r^2+2 \times 2pq+2 \times 2qr+2 \times 2qr} = \frac{2p(p+q+r)}{2(p+q+r)^2} = p$$

問8 AA, AO

問9 37.5%

問10 AO, BO

問11  $\frac{1}{4} \times \left( \frac{2 \times 0.27 \times 0.56}{2 \times 0.27 \times 0.56 + 0.27 \times 0.27} \right) \times \left( \frac{2 \times 0.17 \times 0.56}{2 \times 0.17 \times 0.56 + 0.17 \times 0.17} \right)$

解説

A

問1  $d, e : p^2 : q^2 = 40 : 90 = 4 : 9 \quad \therefore p : q = 2 : 3$

$p+q=1$  より,  $p=0.4 \quad q=0.6$

$f, g : (0.4A+0.6B)^2 = 0.16AA+0.48AB+0.36BB$

BB は致死となるので, 遺伝子 B は AB 中の B のみとなる。

よって B の遺伝子頻度は,  $0.24 \div (1-0.36) = 0.375$

A の遺伝子頻度は,  $1-0.375 = 0.625$

問2 遺伝子平衡とは, 大集団でハーディー・ワインベルグの法則が成立している状態である。

問3 ハーディー・ワインベルグの法則が成立する条件は,

- ① 任意交配である。
- ② 集団内に他集団からの個体の出入りが無い。
- ③ 自然選択が起こらない。
- ④ 集団の個体数が十分に多い。
- ⑤ 突然変異が起こらない。

問4 集団の遺伝子頻度が世代間で, 偶然によって変動することを遺伝的浮動という。小さな集団の方が, 遺伝的浮動が起こった場合の影響が大きい。

B

問5 (ア) 3個の対立遺伝子を  $a, b, c$  とおいているので、遺伝子の組み合わせは、 $aa \cdot ab \cdot ac \cdot bb \cdot bc \cdot cc$  の6種類が考えられる。

(イ) 対立遺伝子が2個だと次世代に現われる遺伝子型は3種類、3個だと6種類、4個だと10種類、…、となる。ホモとなる遺伝子型は  $n$  種類、ヘテロとなる遺伝子型は

${}_n C_2 = \frac{n(n-1)}{2}$  種類なので、全部で、 $n + \frac{n(n-1)}{2} = \frac{n(n+1)}{2}$  種類となる。

問6  $(pa+qb+rc)^2 = p^2aa + q^2bb + r^2cc + 2pqab + 2qrbc + 2prac$

問7 「解答」参照。

問8 ABO式血液型は複対立遺伝子が関与している。ただし、 $A$  と  $B$  は優性で  $O$  は劣性であるので、 $A$  型にはホモとヘテロの2種類がある。

問9 日本人の中の遺伝子型  $AO$  の割合は、 $2 \times 0.27 \times 0.56 = 0.3024$

$AA$  の割合は、 $0.27 \times 0.27 = 0.0729$

$\therefore (0.3024 + 0.0729) \times 100 \doteq 37.5[\%]$

問10  $A$  型には  $AO$  と  $AA$ 、 $B$  型には  $BO$  と  $BB$  の遺伝子型があり、両者の交雑により  $O$  型が生じるのは、 $AO$  と  $BO$  の場合のみである。

問11  $O$  型の子供が生まれるためには、この両親の遺伝子型は  $AO$  と  $BO$  でなくてはならない。

$A$  型のうち  $AO$  である確率は  $\frac{AO}{AO+AA} = \frac{2 \times 0.27 \times 0.56}{2 \times 0.27 \times 0.56 + 0.27 \times 0.27}$

$B$  型のうち  $BO$  である確率は  $\frac{BO}{BO+BB} = \frac{2 \times 0.17 \times 0.56}{2 \times 0.17 \times 0.56 + 0.17 \times 0.17}$

$AO \times BO$  で  $O$  型の子が生まれる確率は、 $\frac{1}{4}$  である。

【3】

解答

問1 (A)-(ウ) (B)-(シ) (C)-(エ) (D)-(ス) (E)-(サ)

問2 ア-個体発生 イ-系統発生

問3 語句:(A) 図:(ウ)

問4 (1) 誘導

(2) I-(オ) II-(ウ) III-(イ) IV-(ア)

(3) a-(ウ) b-(イ) c-(エ) d-(ア)

問5 (1) 原基分布図(予定運命図)

(2) (A) 1-表皮 12-神経

(B) 1-神経 12-表皮

(3) 骨格筋, 骨格, 腎臓, 心臓, 血管, 内臓筋 などから3つ

問6 旧口動物は原口が口になる。一方, 新口動物は原口やその付近に肛門ができ, 原口の反対側に口ができる。

問7 a-(お) b-(え) c-(あ) d-(い) e-(う)

f-(ホ) g-(ロ) h-(ハ) i-(イ) j-(ヘ) k-(ニ)

1-(D) 2-(E) 3-(B) 4-(C) 5-(A)

解説

問1 (ア) 10億5千万年前は先カンブリア時代である。

(イ) 7億5千万年前は先カンブリア時代である。

(オ) バーゼス動物群はカンブリア紀に出現した。

(カ) ジュラ紀は中生代であり, 約2.0億年前から1.5億年前である。

(キ) ドリーシュはウニの2細胞期胚, または4細胞期胚の割球を分離して完全な胚が生じることを示した。

(ク) デボン紀は古生代であり, 約4.2億年前から3.6億年前である。

(ケ) エディアカラ生物群は先カンブリア時代末期に出現した。

(コ) シュペーマンは形成体の概念を確立した。

問2 ヘッケルの説は「発生反復説」や「生物発生原則」と呼ばれる。

問3 (あ)は原腸胚だが三胚葉化したもの。(い)は胞胚。(え)は桑実胚である。

問4 眼の形成は誘導の連鎖の代表例である。

問5 (2) 予定運命は初期原腸胚期には決定されていないが, 神経胚期には決定されている。

問6 「解答」参照。

【4】

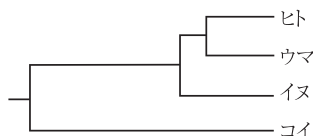
解答

- 問1 シアノバクテリアやその代謝物が堆積して、層状の構造をもつ岩石となったもの。
- 問2 それまで大気中に酸素はほとんどなかったが、シアノバクテリアによる水を水素源とした光合成により酸素が増加した。
- 問3 原核生物の一部から真核生物が出現したこと。
- 問4 先カンブリア時代
- 問5 三葉虫
- 問6 (1) 酸素濃度の増加によりオゾン層が形成され、有害な紫外線の地表到達量が減少したこと。
- (2) 乾燥に耐えやすい表皮組織を発達させたこと。
- 問7 例：ペルム紀末の生物の大量絶滅。
- 原因：大規模な地殻変動に伴い気候が急変したことや、火山活動の増加により、火山灰などで太陽光が遮られ光合成が抑制されたことで海中の酸素濃度が激減したこと。

別解

- 例：白亜紀末の恐竜やアンモナイトの絶滅。
- 原因：メキシコのユカタン半島に衝突した巨大隕石の粉じんにより太陽光が遮られ、地球全体が寒冷化して、食物連鎖に大きな影響を与えたこと。

- 問8 (1)



- (2) 3.0 億年前

- 問9 ミトコンドリア DNA の塩基配列を各人種で比べると、アフリカでは遺伝的多様性が他地域よりも高かった。よって、アフリカの人種が最も古く、そこから他地域の人種に分かれていった、ということが推測されるから。

解説

- 問1 ストロマトライトは、約 27 億年前のオーストラリアの地層からも見つかっている。
- 問2 シアノバクテリア(ラン藻類)はクロロフィル a をもつために、水を分解して水素を取り出し、残った酸素を放出する。
- 問3 原核生物の一部に細胞小器官をもつものが出てきて、それが真核生物になったと考えられている。共生説では好気性細菌がミトコンドリアに、シアノバクテリアが葉緑体になったと考えられている。
- 問4 「解答」参照。
- 問5 三葉虫は古生代の示準化石である。
- 問6 オゾン層が形成されることで、有害な紫外線を防ぐことができるようになった。また、植物は水中では乾燥する心配もなく、浮力で浮いていればよかったのだが、陸上への進出に際し、乾燥と重力に耐えられる構造をもつ必要が出てきた。その後、維管束をもつことで植

物体の支持が強固なものとなり、植物の大型化が可能となった。

問7 ペルム紀末にはパンゲア大陸が形成され、大規模な火山活動があったと考えられている。中生代から新生代にかけて、裸子植物が被子植物に取って代わられている。

問8 ヒトとウマは、共通する祖先からそれぞれ9個のアミノ酸が置換したことになるので、1個の置換には $0.8 \div 9$ (億年)かかることになる。ヒトとコイの場合は共通する祖先からそれぞれ34個置換したので、 $0.8 \div 9 \times 34 \approx 3.02$ (億年)

問9 多地域並行進化説とは、ホモ・サピエンスの祖先種であるホモ・エレクトスが地球上の各地に移住した後、独立に進化したとするものである。







会員番号	
------	--

氏名	
----	--