

第1問

【解答例】

【配点】20点

I

- A 1-適刺激 2-網膜 3-前庭 1点(完答)
4-錐体 5-GDP 6-GTP 1点(完答)
- B 高音はうずまき管の入り口側の基底膜を振動させ、低音はうずまき管の奥側の基底膜を振動させる。 2点
- C 2^{400} 種類 2点
- D セカンドメッセンジャー 1点
- E 繊毛の周囲の NaCl 濃度を低濃度から高濃度に変更すると、繊毛内外の Na^+ の濃度差は大きくなるため、CNG チャンネルを介した Na^+ の流入量は多くなるが、 Cl^- の濃度差は小さくなるため、 Cl^- チャンネルを介した Cl^- の流出量が少なくなる。 3点
- F (3) 2点

II

- G ・甘味受容体を発現していない培養細胞を、 Ca^{2+} の蛍光指示薬を加えた低濃度のミラクリン溶液であらかじめ培養した後、ミラクリンを含まないさまざまな pH の溶液で培養しても、蛍光を発する細胞が見られないことを確かめる。 2点
・甘味受容体を発現している培養細胞を、 Ca^{2+} の蛍光指示薬を加えたミラクリンを含まない溶液で培養した後、ミラクリンを含まないさまざまな pH の溶液で培養しても、蛍光を発する細胞が見られないことを確かめる。 2点
- H (2), (4) 2点(完答)
- I 仮説2 2点

理由：ミラクリンが甘味受容体の甘味物質との結合部位に結合するのであれば、ミラクリンありの条件下では、アスパルテームは甘味受容体の甘味物質との結合部位に結合しにくく、アスパルテームの濃度を上昇させても、蛍光を発する細胞の数が増加しないと考えられる。

【採点基準】

- B 「高音はうずまき管の入り口側の基底膜を振動させる」の内容で1点。
「低音はうずまき管の奥側の基底膜を振動させる」の内容で1点。
- E 以下の2つの内容が両方正解で3点。片方だけでは1点。
「繊毛の周囲のNaCl濃度を低濃度から高濃度に変更すると、繊毛内外のNa⁺の濃度差は大きくなるため、CNGチャネルを介したNa⁺の流入量は多くなる」
「Cl⁻の濃度差は小さくなるため、Cl⁻チャネルを介したCl⁻の流出量が少なくなる」
- G 「甘味受容体を発現していない培養細胞を、Ca²⁺の蛍光指示薬を加えた低濃度のミラクリン溶液であらかじめ培養した後、ミラクリンを含まないさまざまなpHの溶液で培養する」の内容で1点。
「蛍光を発する細胞が見られないことを確かめる」の内容で1点。
「甘味受容体を発現している培養細胞を、Ca²⁺の蛍光指示薬を加えたミラクリンを含まない溶液で培養した後、ミラクリンを含まないさまざまなpHの溶液で培養する」の内容で1点。
「蛍光を発する細胞が見られないことを確かめる」の内容で1点。
- I 仮説2が正解のときのみ、以下を採点対象とする。
「ミラクリンが甘味受容体の甘味物質との結合部位に結合するのであれば、ミラクリンありの条件下では、アスパルテームは甘味受容体の甘味物質との結合部位に結合しにくくなる」の内容で1点。
「アスパルテームの濃度を上昇させても、蛍光を発する細胞の数が増加しない」の内容で1点。

第2問

【解答例】

【配点】20点

I

A 1-維管束 2-子房 3-b 2点(完答)

B シダ植物では、精子が卵細胞と受精するには外界の水を必要とするが、種子植物では、花粉管内を精細胞が移動して卵細胞と受精するため、受精に外界の水を必要としない。 2点

C (4) 1点

D 4-低下 5-細胞内への流入 6-細胞内への流入 2点(完答)

E 番号：(2) 3点

根拠と意義：赤色光を照射した際の気孔開度は野生株よりも領域Yを欠損した酵素Xをもつ変異株2の方が大きくなったことから、領域Yは酵素Xの活性を低下させ、この働きにより気孔の開き過ぎによる過度の蒸散を防ぐことができる。

F フォトトロピンが青色光を受容することで、領域Yによる酵素Xの活性の低下が解除され、膜タンパク質Zが働くことで気孔開度が大きくなった。 2点

G (4) 2点

II

H (3), (4) 1点(完答)

I 7-葉緑体型 8-低下 9-抑制 1点(完答)

10-細胞質型 11-上昇 12-促進 1点(完答)

J 野生株は地上部でも窒素同化が進行し、葉の細胞ではアミノ酸の蓄積により pH が低下するため、地上部で窒素同化が進行しない
G1欠損株よりも葉の細胞における遺伝子SのmRNA量は多くなると考えられる。 3点

【採点基準】

- B 「シダ植物では、精子が卵細胞と受精するには外界の水を必要とする」の内容で1点。
「種子植物では、花粉管内を精細胞が移動して卵細胞と受精するため、受精に外界の水を必要としない」の内容で1点。
- E 記号：(2)が正解のときのみ、以下を採点対象とする。
根拠と意義の両方が正解のとき3点。片方だけ正解の場合2点。
根拠「赤色光を照射した際の気孔開度は野生株よりも領域 Y を欠損した酵素 X をもつ変異株 2 の方が大きくなった」の内容。
意義「気孔の開き過ぎによる過度の蒸散を防ぐことができる」の内容。
- F 「フォトトロピンが青色光を受容すると、領域 Yによる酵素 Xの活性の低下が解除される」の内容で1点。
「酵素 Xの活性化により膜タンパク質 Zが働いた」の内容で1点。
- J 「野生株は地上部でも窒素同化が進行し、葉の細胞ではアミノ酸の蓄積により pHが低下する」の内容で1点。
「地上部で G1 欠損株は窒素同化が進行しない」の内容で1点。
野生株は G1 欠損株よりも葉の細胞における遺伝子 S の mRNA 量は多くなる」の内容で1点。

第3問

【解答例】

【配点】20点

I

A 1-221 2-13 3-17

2点(完答)

B 異なる系統の種が同時に発生しても、メスがオスの鳴き声の違いを識別することで、異なる系統の異種間の交雑を避けることができる。

2点

C マジシカダ属は、他のセミに比べて同時に羽化する周期が長く、同じ系統の異なる種が同時発生する機会が少ないため。

2点

D 同じ系統の13年ゼミと17年ゼミはオスの鳴き声が似通っているが、発生地域にほとんど重なりがみられないため、同じ系統の異種間での交雑が起こりにくい。

2点

E 4-多く 5-14~16年のいずれか
6-絶滅する恐れがある

2点(完答)

F 羽化周期が異なる種どうしが同時発生する周期は、それぞれの羽化周期の最小公倍数となる。素数と他の数との最小公倍数は、素数以外の数どうしよりも大きくなるため、羽化周期が素数の種は羽化周期が異なる種と交雑する機会が少ない。この結果、交雑によって生じる子孫が絶滅するリスクが小さく、個体の適応度が高くなるため、生き残ったと考えられる。

3点

II

G 発育速度

2点

H $K=323$ [日・°C] $t_0=12$ [°C]

3点

I いえない。

2点

理由：孵化から羽化に至るまでの期間における気温は世代ごとに異なると考えられるが、素数ゼミは気温に関係なく一定周期で羽化するため。

【採点基準】

- B 「異なる系統の種が同時に発生しても、メスがオスの鳴き声の違いを識別する」の内容で1点。
「異なる系統の異種間の交雑を避けることができる」の内容で1点。
- C 「マジシカダ属では、他のセミに比べて同時に羽化する周期が長い」の内容で1点。
「同じ系統の異なる種が同時発生する機会が少ない」の内容で1点。
- D 「同じ系統の 13年ゼミと 17年ゼミはオスの鳴き声が似通っている」の内容で1点。
「発生地域にほとんど重なりがみられないため、同じ系統の異種間での交雑が起こりにくい」の内容で1点。
- F 「羽化周期が異なる種どうしが同時発生する周期は、それぞれの羽化周期の最小公倍数となる」の内容で1点。
「素数と他の数との最小公倍数は素数以外の数どうしよりも大きくなるため、羽化周期が素数の種は羽化周期が異なる種と交雑する機会が少ない」の内容で1点。
「交雑によって生じる子孫が絶滅するリスクが小さく、個体の適応度が高くなるため、生き残った」の内容で1点。
- I 「いえない」が正解のときのみ、以下を採点対象とする。
「孵化から羽化に至るまでの期間における気温は世代ごとに異なる」の内容で1点。
「素数ゼミは気温に関係なく一定周期で羽化する」の内容で1点。