

本科 2 期 10 月度

解答

Z会東大進学教室

東大・難関大・医学部生物

東大生物



17章 植物生理①

問題

■ 演習

【1】

解答

- A 問1 容器Cの熟したリンゴからエチレンが放出される。空気の入りができる容器Bの未熟なリンゴはエチレンの作用で熟し、エチレンを放出する。このエチレンは容器Aにも届くため落葉が起こる。容器Dは容器Cと空気の入りが無いため気体であるエチレンは届かず、落葉は起こらない。
- 問2 エチレンを作ることができない変異体植物は、熟したリンゴから放出されたエチレンを感知して細胞壁を分解する酵素を合成できるため、落葉が起こる。しかし、エチレンを感知できない変異体植物は、細胞壁を分解する酵素を合成できないため、落葉が起こらない。
- B 問3 a-イネ馬鹿苗 b-ジベレリン c-単為結実(単為結果)
- 問4 種子がジベレリンを合成し、その働きによって子房壁の発達が促されることで果実が肥大する。(43字)
- 問5 与えるジベレリン濃度が高いほど草丈は高くなるが、ある濃度以上では草丈は一定となる。(41字)

解説

- A
- 問1 エチレンは常温で気体の植物ホルモンである。細胞で合成されたエチレンは細胞膜を通ることができるため、細胞外へも放出される。エチレンの作用は、果実の成熟促進、離層の形成促進、肥大成長促進などさまざまなものがある。なお、オナモミやラッカセイなどの種子の休眠は、エチレンによって打破される。なお、エチレンは水に溶けるが、容器C→容器Dへは移動しないと考える構わない。
- 問2 シロイヌナズナでは、エチレンの受容体として5種類知られている。そのうち、ETR1タンパク質は小胞体の膜に存在する。エチレンを合成できない変異体であっても、受容体が正常であればエチレンを受け取ってその作用が現れる。しかし、エチレンの受容体が正常でなければ、外からエチレンを与えられても作用は現れない。
- B
- 問3 ジベレリンはイネ馬鹿苗病の原因となる *Gibberella fujikuroi* という子囊菌類から抽出された。発見したのは黒沢英一で、その後藪田貞治郎らによってジベレリンと名付けられた。茎の伸長成長の促進、種子の休眠打破、果実の形成促進などに働く。
- 問4 種子がないときにジベレリンで処理をすると果実が肥大することから、本来は種子がジ

ベレリンを合成することで果実が肥大すると考えられる。

問5 ジベレリンの濃度が高くなれば、それにしたがって草丈の成長が促されることはすぐにわかる。しかし、濃度が高ければ限度なく伸長するわけではないので、ある程度までで伸長の程度が一定となることにも触れたい。

【2】

解答

問1 正の光屈性

問2 オーキシン

問3 成長促進物質が先端部でつくられ下へ移動すること：

先端部を切り取った幼葉鞘や、雲母片をはさむようにして切り取った先端部を戻した幼葉鞘は成長しない。しかし、寒天片をはさむようにして切り取った先端部を戻した幼葉鞘は成長する。

一方向から光照射すると影側に成長促進物質が多くなること：

一方向から光照射した状態にしてから幼葉鞘の先端を切り取り、光側と影側の2つに分けた寒天片に乗せる。それらの寒天片を、先端部を切り取った幼葉鞘に乗せると、影側の寒天片に乗せた幼葉鞘の方がより成長する。

問4 (1) 選択的透過性

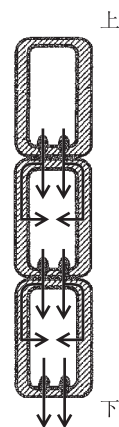
(2) (右図)

問5 (1) 細胞の内側から外側へと押す力が働き、それを膨圧という。

(2) 変化：遺伝子Zを導入したプロトプラストの方が、野生型よりも吸水による体積増加が大きい。

遺伝子Zの機能：水チャネルであるアクアポリンの遺伝子か、細胞膜上にアクアポリンを増加させる作用をもつタンパク質の遺伝子と推定される。

(3) 異なる2種の植物においてプロトプラストを作製し、ポリエチレングリコール中で細胞融合させて、雑種をつくる。

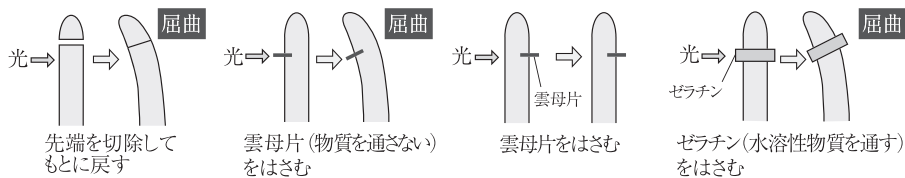


解説

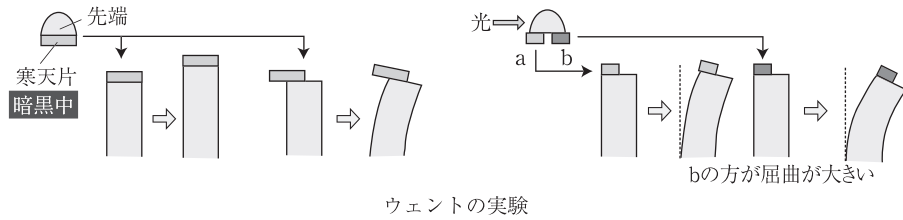
問1 光の方へ曲がることまで説明するためには、「正の」と入れる必要がある。

問2 光屈性の原因物質は、オーキシンである。

問3 ボイセン・イエンセンの実験やウエントの実験を参考にすればよい。なお、後者については、成長の差ではなく、屈曲の度合いを観察してもよいが、その場合には寒天片を端に置くことを述べる。



ボイセン・イエンセンの実験



問4 「Xは細胞壁を自由に移動できる」とあるので、上下の移動だけでなく、細胞壁を経由した横の移動も図示する。

問5 (2) 水はアクアポリンとよばれる膜タンパク質を通る。この実験では、遺伝子Zがアクアポリンそのものをコードしているのか、あるいは細胞内にあるアクアポリンを細胞膜上へと移動させるのか、どちらかはわからない。2つの可能性を述べる方がよいだろう。動物の腎臓でバソプレシンによって水の再吸収が促されるのは、アクアポリンが管腔側の細胞膜へと移動することによる。

(3) 植物における細胞融合によって雑種を作製する方法について述べた。ちなみに、菌類(細胞壁をもつ)でもプロトプラストを作製することができる。

【3】

解答

問1 現象名：頂芽優勢 A：頂芽 B：側芽

問2 (i) 頂芽から出るオーキシンが下降して、側芽の成長を抑制している。

(ii) オーキシンが直接側芽の成長を抑制しているのではなく、サイトカイニンを介して側芽の成長を抑制している。

問3 アーオーキシン イーサイトカイニン ウー低く エーオーキシン
オー低下 カーサイトカイニン キー上昇

問4 ジベレリンは植物の地上部の伸長を促進するので、生合成能が欠損している植物は地上部の小さな矮化した個体になると予想される。

問5 アブシシン酸は気孔を閉じる働きがあるので、生合成能が欠損している植物は乾燥下でも気孔を閉じることができず、乾燥に弱くなると予想される。

解説

問1, 2 茎に頂芽と側芽とがある場合に、頂芽はよく発育するが側芽は発育しにくい現象を頂芽優勢と呼ぶ。頂芽を除くと側芽が発育を始めるものが多いが、オーキシンが直接側芽の成長を抑制するとは考えにくい。実際、オーキシンはサイトカイニンの合成に関わる遺伝子の発現を抑制することがわかった。aやdの実験のように頂芽を切除してオーキシンの供給を断つと、この遺伝子発現の抑制がなくなりサイトカイニンが合成される。よって側芽の付け根にオーキシンを与えても側芽の成長は抑制されない。

問3 頂芽でオーキシンが合成される。よって頂芽がなくなるとオーキシン濃度が低くなり、側芽のサイトカイニン濃度が高くなって側芽が成長する。

問4 ジベレリンは伸長促進の他に、種子の休眠打破、単為結実の誘起などの効果をもつ。

問5 アブシシン酸は落葉を促すものとして発見され、葉の水分欠乏による気孔の閉鎖にも重要な役割を演じている。植物体が水分欠乏に陥ると、アブシシン酸が急速に合成される。アブシシン酸の働きでカリウムチャンネルが開くと、細胞内の K^+ が流出し、細胞の浸透圧が低下する。浸透圧の低下によって細胞内から水が流出し、膨圧が低下することで気孔が閉じる。

添削課題

解答

問1 アー組織培養 イーカルス ウーオーキシシン

問2 (右図)

問3 得られた3種の変異体は根の伸長に対するサイトカイニンの阻害効果に対して感受性が低いため、阻害率の低い□が変異体A, 阻害率の高い◆が野生株である。

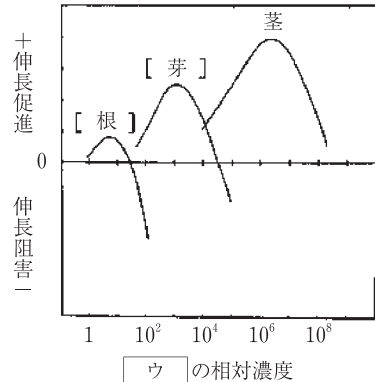
問4 3種の変異体を野生株と交配した場合、 F_1 世代はすべて野生株と同じように、サイトカイニンに対する感受性が高い個体になる。よって、変異体の形質は劣性であると考えられる。

問5 (1) 変異体Aと変異体Bとを交配した場合、

F_1 世代はサイトカイニンに対する感受性の低い個体のみになっている。よって、変異体Aと変異体Bで異常が起こった遺伝子は同じものである。

(2) 変異体Aと野生株×変異体Cの F_1 世代とを交配した場合、次世代はサイトカイニンに対する感受性の高い個体のみになっている。よって、変異体Aと変異体Cで異常が起こった遺伝子は異なるものである。

問6 変異体Bは変異体Aと同じ遺伝子に異常をもつため、変異体Cとは異なる遺伝子に異常をもっている。よって、野生株×変異体Cの F_2 世代のもつ変異遺伝子と変異体Bのもつ変異遺伝子も異なるため、交配によって得られる次世代において、それぞれの変異遺伝子は優性の正常遺伝子とのヘテロとなる。そのため、すべてサイトカイニンに対する感受性は高い個体となる。



解説

問1 基本事項。

問2 根はオーキシシンの感受性が高いので、伸長が抑制されやすい。

問3 □はどのサイトカイニン濃度でも、根の伸長の阻害効果が小さくなっている。

問4 F_1 はヘテロ接合体となるので、野生株の形質は優性である。

問5 それぞれ異なる遺伝子が変異している場合、 F_1 はヘテロ接合体となり形質は野生株と同じになる。しかし、同じ遺伝子が変異している場合、 F_1 は変異遺伝子のホモ接合体となるため、形質も変異体のものとなる。

組み合わせ5の場合、野生株×変異体Cの F_1 世代の遺伝子は正常遺伝子と変異遺伝子のヘテロとなる。よって、変異体Aと変異体Cとが同じ遺伝子に異常をもつ場合、組み合わせ5の次世代は野生株の形質と変異体の形質が1:1の割合となるはずである。

問6 変異体Bのもつ変異遺伝子を b , 変異体Cのもつ変異遺伝子を c とすると、野生株×変異体Cの F_2 世代の遺伝子型は $BBCC$, $BBCc$, $BBcc$ となる。変異体Bの遺伝子型は $bbCC$ なので、両者を交配しても変異遺伝子がホモになることはない。

18章 植物生理②

問題

■ 演習

【1】

解答

A 問1 アー短日植物 イー長日植物 ウー中性植物 エー光周性

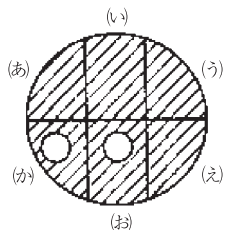
問2 連続した一定以上の長さの暗期。(15字)

問3 ②, ⑤, ⑪

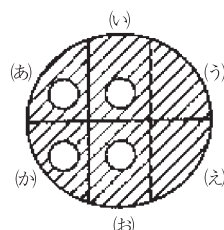
問4 ①：○ ②：○ ③：× ④：○ ⑤：×

B 問5 突然変異体 A：④ 突然変異体 B：① 突然変異体 C：②

問6



問7



解説

A

問1, 3 植物の光周性として、花芽形成については次の3つのタイプに分けられる。

長日植物	暗期が限界暗期より短いと花芽形成する。春から初夏に花芽形成する植物の多くは、昼の長さが長くなる(=夜の長さが短くなる)と花芽形成する。 例：アヤメ、コムギ、アブラナ、カーネーション、ホウレンソウ
短日植物	暗期が限界暗期より長いと花芽形成する。夏から秋に花芽形成する植物の多くは、昼の長さが短くなる(=夜の長さが長くなる)と花芽形成する。 例：アサガオ、イネ、オナモミ、コスモス、ダイズ、キク
中性植物	暗期の長さに関係なく、ある程度成長すると花芽形成する。 例：エンドウ、キュウリ、トウモロコシ、トマト、ナス

問2 連続した暗期が約13時間以上のとき、花芽形成が見られる。しかし、限界暗期が何時間であるかは判断できないので、上記のような答えとなる。

問4 アブラナは長日植物であるので、暗期の長さが限界暗期以下になれば花芽形成する。短日植物とは基本的に逆となる。

B

問5 A：ジベレリンが合成できないために矮性を示しているので、ジベレリンを与えれば野生型と同じくらいに成長する。

B：ジベレリンの受容やそれ以降の過程に問題があると考えられる。よって、草丈はジベレリン濃度に依存せず一定で、野生型よりも低い。

C：ジベレリン合成以外の原因により草丈が高くなっている。よって、草丈はジベレリン濃度に依存せず一定で、野生型よりも高い。

問6 通常は、胚からジベレリンが分泌されて、それにより糊粉層でのアミラーゼ合成が誘導される。アミラーゼが分泌されれば、寒天に含まれるデンプンが分解され、ヨウ素デンプン反応を示さない。アミラーゼが分泌されなければ、ヨウ素デンプン反応を示す。なお、設問文にある「いずれの突然変異体においても、変異の影響は全ての器官(茎葉と種子を含む)において認められる」という条件に注意すること。

問7 変異体 A では、ジベレリンを与えればそれに反応してアミラーゼを合成する。変異体 C では、ジベレリンの有無とは無関係に、常にアミラーゼが合成されている。

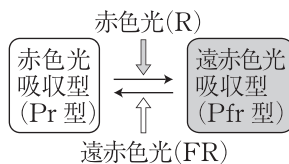
【2】

解答

- 問1 アー中性 イー光周性 ウーフィトクロム エー葉 オー師管
 問2 限界暗期
 問3 光中断
 問4 赤色光
 問5 アサガオの限界暗期の長さは短いので、初夏の夜の長さが限界暗期以上となるため。
 問6 B, C, D, F
 問7 ⑤

解説

- 問1 光を受容するのは、葉にあるフィトクロムという色素タンパク質である。フロリゲンは師管を通して、植物体内を移動する。
 問2 限界暗期は植物の種類によって異なる。長日植物か短日植物かを決めるのは、限界暗期が12時間より長いかわりかではない。たとえば、短日植物であるアサガオの限界暗期は約9時間なので、連続した暗期の長さが約9時間以上になれば花芽形成する。
 問3 連続した暗期の途中で光を照射することを光中断という。
 問4 フィトクロムは赤色光吸収型と、遠赤色光吸収型があり、これは照射された光の波長によって可逆的に変化する。赤色光を照射するとフィトクロムが遠赤色光吸収型となり、短日植物では花芽形成が抑制される。



- 問5 日本でよく栽培されているアサガオの起源については諸説あるが、遺伝子解析によってアフリカのような熱帯地域が起源と考えられている。熱帯地域では季節ごとの昼夜の長さに大きな差はなく、限界暗期が長い短日植物は開花するタイミングがないことになる。いま日本でふつうに見られるアサガオが原種と同じ限界暗期であるとは限らないが、限界暗期が短いことにはそうした理由があるのかもしれない。
 問6 明期が14時間以上(暗期が10時間以下)になると、花芽形成の割合が大きく低下している。これより、短日植物と考えられる。
 問7 コムギは長日植物である。よって、開花には幼植物(芽生え)への春化处理に加えて、長日条件も必要となる。Bは春化处理した日数が50日だと、Aと開花までの日数がほぼ同じになってしまう。Aだけが開花するには、春化处理する日数は10日で、かつ長日条件であればよい。

【3】

解答

問1 (2), (4)

問2 遺伝子 S の産物が核外へ移動したか、分解された。(23字)

問3 1-(a) 2-(b) 3-(a) 4-(a)

問4 植物群集の外に届く光は赤色光を多く含む。一方、植物群集の下層に届く光は、赤色光が上層の葉で吸収されるため、近赤外光を多く含むという違い。

問5 日長からは、数日間で季節の変化を感知することができる。一方の低温は、季節の変化とは無関係に数日間続くこともあるため、季節の変化を確実に感知するには数週間以上が必要である。したがって植物が正確な情報を得られるという利点がある。

問6 (3), (5)

問7 5-(6) 6-(12)

問8 (3)

解説

問1 (1) 遺伝子 S の機能を失った変異体 $s-1$ はジベレリンに対する応答が過剰になったわけだから、野生型のもつ遺伝子 S の産物はジベレリンに対する応答を抑制している。

(2) ジベレリンに対する応答が過剰なため、植物は徒長する。

(3) リード文より、ジベレリンを投与すると、遺伝子 S の産物は核から消失する。この遺伝子 S の産物の消失が、機能の抑制であると考えられる。

(4) 変異体 $s-1$ の方が背丈は高い。

(5) ここでの「機能が強くなっている」というのは、遺伝子 S の産物が核から消失しないことを示す。

問2 次の2つの可能性について記す。

- ・核外に出てしまう。
- ・分解されてしまう。

問3 長日植物なので、暗期の長さが限界暗期よりも短ければ、花芽形成を行う。

問4 光合成では、赤色光(と青色光)が使用されるため、葉を透過して林床まで届く光は近赤外光の割合が多くなる。光発芽種子はフィトクロムが Pfr 型になると発芽する。

問5 日長処理は数日間→日長は連続的に変化するので、処理は短期間でかまわない。

低温処理は数週間以上→気温は日により違うので、処理は長期間必要である。

問6 植物を接ぐ = 物質が移動できる。

(3) 低温処理刺激は接いでも、他個体には伝わらないので、同一の花成促進物質ではない。

(4) リード文から茎頂で低温刺激を受け取ることがわかる。

(5) 低温処理刺激は接いでも、他個体には伝わらないので、拡散性の物質とは考えられない。

問7 対になる語句をさがして，文中に入れて文章とのつじつまがあうものを探す。

リード文より，

種子には受け継がれない。

→配偶子にその情報は移行しない。

→配偶子は減数分裂によって生じる。

問8 リード文より，花芽形成の抑制には，「遺伝子 F の発現減少」と「遺伝子 F の発現抑制の維持」が必要だとわかる。変異体では，遺伝子 F の発現は低温刺激により一過的に減少したが，その後再び発現が上昇している。よって，低温刺激の‘記憶’は「遺伝子 F の発現抑制の維持」だと考えられる。

添削課題

解答

問1 イー茎頂分裂 ロー光周性

問2 光中断による花芽形成抑制の効果の程度は、常に一定ではない。光に対する感受性の高い時間帯と低い時間帯が周期的にあり、感受性の高いときほど抑制効果が高い。

問3 A 遺伝子、B 遺伝子ともに mRNA 量には周期性が見られる。しかし、光中断による影響を B 遺伝子はあまり受けていないのに対し、A 遺伝子は強く受けている。よって、A 遺伝子がふさわしい。

問4 項目：① A 遺伝子がコードするタンパク質が、師管を通過して茎頂に移動する。

② A 遺伝子が発現していなくても、A 遺伝子がコードするタンパク質があれば花芽が形成される。

実験：① A 遺伝子のタンパク質と GFP の融合タンパク質が合成されるよう遺伝子を導入し、蛍光が師管で観察されることを確認する。

② A 遺伝子を欠損している個体と野生型個体を接ぎ木し、適切な光条件で育てると、A 遺伝子を欠損している個体でも花芽が形成されることを確認する。

問5 ・B 遺伝子がコードするタンパク質は、A 遺伝子の転写を促進する。

・B 遺伝子の mRNA の翻訳や、コードするタンパク質の活性は光中断によって抑制される。

解説

問1 花芽と葉芽の原基は同じで、茎頂分裂組織である。

問2 図1では、光中断により暗期が2つに分かれている。c と e の2つの暗期の長さはそれほど違わないにもかかわらず、c の開花率は0%でeは40%と差が現れている。これより、暗期の長さだけで花成のオン・オフが決まるわけではないとわかる。また、図2より開花率に周期性が見られることもわかる。

問3 開花率には周期性があることがわかっているので、花成ホルモンの量にも周期性が見られることが予想できる。そして、光中断の影響を受ける方が花成ホルモンの可能性が高い。

問4 花成ホルモンの特徴として「葉で合成される」「師管を通過して移動する」「茎頂で働く」が挙げられる。A 遺伝子と B 遺伝子は葉で転写されていることは実験4からわかるので、「師管を通過して移動」をまず検証する。もう1つは、オナモミでよく説明される接ぎ木の実験を参考にするとよい。A 遺伝子をもたない個体において、接ぎ木した個体から A 遺伝子の産物が師管を通過して移動してくれば花芽を形成するか調べる。

なお、イネでは *Hd3a* という遺伝子がコードするタンパク質がフロリゲンの本体である。このタンパク質は葉から茎頂まで移動し、茎頂で花芽形成に働く。

問5 実験5より、A 遺伝子の欠損株でも B 遺伝子の発現は野生株と違いがなかったことより、B 遺伝子の転写は A 遺伝子の調節を受けないとわかる。一方、B 遺伝子の欠損株では A 遺伝子の転写に影響があることから、B 遺伝子がコードするタンパク質は A 遺伝子の転写因子と考えられる。また、B 遺伝子の転写は光中断の影響を受けないことが図3からわかっている。よって、光中断は、B 遺伝子の転写よりも後の段階に影響を与える、と考えられる。

19章 生態①

問題

■ 演習

【1】

■ 解答

問1 (ア) - 10 (イ) - 63 (ウ) - 多い (エ) - 少ない (オ) - 保護 (カ) - 少ない

問2 種A : 0.6 種B : 0.7

問3 (1) 種A : L 種B : M

(2) Lの死亡率は初期に高く、だんだんと低くなるが、Mの死亡率は常に一定である。
(37字)

問4 s_0, s_1, s_2, s_3

問5 (1) 非常に小さい値が大きくなっていく。(17字)

(2) 幼魚の時は捕食される可能性が高いので死亡率が高いが、大きくなると捕食率が下がり死亡率が低下するから。(50字)

問6 (1) 166.7

(2) 生存率を増加させる齢 : 齢0

理由 : 齢4の生存個体数は、 $1000 s_0 s_1 s_2 s_3$ なので、このときの臨界繁殖率は

$$\frac{1000}{1000 s_0 s_1 s_2 s_3} = \frac{1}{s_0 s_1 s_2 s_3} \text{ となる。よって、一番小さい } s_0 \text{ の値が大きくなればよい。}$$

■ 解説

問1 死亡数の空欄は、種Aは30 → 10 → 4の順。種Bでは700 → 210 → 63 → 19の順。

問2 種A : $\frac{30}{50} = 0.6$ 種B : $\frac{210}{300} = 0.7$

問3 種Aは初期の死亡率は高いが、後期になると死亡率が低くなるパターンである。種Bは常に死亡率が一定となるパターンである。

問4 $l_4 = \frac{6}{1000}$ である。

また、 $s_0 = \frac{50}{1000} = 0.05$ $s_1 = \frac{20}{50} = 0.4$ $s_2 = \frac{10}{20} = 0.5$ $s_3 = \frac{6}{10} = 0.6$ である。

$1000 \times s_0 s_1 s_2 s_3 = 6$ なので、これを÷1000すると、 $s_0 s_1 s_2 s_3$ が残る。

問5 産子(産卵)数が多く親の保護の少ない場合は、このような型になる。

問6 (1) 1000個体が6個体になるので、1個体当たり $1000 \div 6 = 166.66 \dots$ 個体を産む必要がある。

(2) s_0 は0.05, s_1 は0.4, s_2 は0.5, s_3 は0.6である。このうちの一番小さな数字を増加させれば、臨界繁殖率が最小になる。

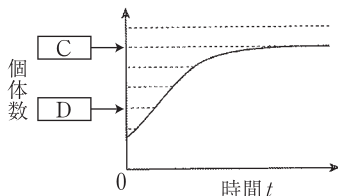
【2】

解答

問1 A- $N(0)(1+r)^t$ B-512 C- K D- $\frac{K}{2}$ E- $0 < N(t) < \frac{K}{2}$

問2 環境収容力

問3 (右図)



解説

問1 A: ある世代での個体数は、(1世代前の個体数)+(増加した個体数)となる。

よって $N(1)$ は $N(0)+rN(0)=N(0)(1+r)$ である。

$$N(2) \text{ は } N(1)+rN(1) = \{N(0)+rN(0)\} + r\{N(0)+rN(0)\} \\ = N(0)(1+2r+r^2) = N(0)(1+r)^2$$

同様に $N(3)=N(0)(1+r)^3$ となるので、 t 時間では $N(0)(1+r)^t$

B: $N(0)(1+r)^t$ に $r=1$, $N(0)=2$, $t=8$ を代入する。

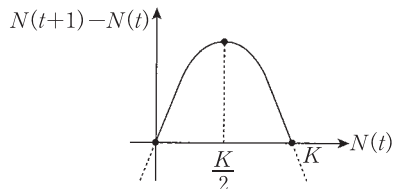
C: 増加数が0とは、個体数が最大に達したときである。 $N(t)=K$ となると、

$$N(t+1)-N(t) = r \left\{ 1 - \frac{K}{K} \right\} K = r(1-1)K = 0$$

D: 式(c)を用いて、縦軸に $N(t+1)-N(t)$ 、横軸に $N(t)$ をとりグラフをかく。

式(c)を変形すると

$$N(t+1)-N(t) = r \left\{ 1 - \frac{N(t)}{K} \right\} N(t) = -\frac{r}{K} N(t)^2 + rN(t) \\ = -\frac{r}{K} \left\{ N(t) - \frac{K}{2} \right\}^2 + \frac{rK}{4}$$



よって、増加数が最大となるのは、 $N(t) = \frac{K}{2}$ のときである。

E: 上のグラフより、 $N(t+1)-N(t)$ は、個体数が $\frac{K}{2}$ となるまでは増加することがわかる。

問2 成長曲線を考えると、環境抵抗がはたらく場合には、個体数や個体群密度には上限がある。その上限を環境収容力という。増加率は個体群が大きくなり環境収容力に近づくと低下すると考えられる。

問3 C：個体数が環境収容力(K)に達すると、増加数は0となる。

[3]

解答

A 問1 1-生物の遺体 2, 3-生活空間, 食物(順不同) 4-環境収容力
5-密度効果

問2 捕獲効率は低下する。

問3 駆除する前よりも個体数の増加速度は大きくなり、個体群密度は増加する。個体群密度が高くなり環境収容力に近づくと増加速度は小さくなる。

問4 個体群密度が小さくなると捕獲効率が低下するが、個体数の増加速度が大きくなるので、短期間でくり返し駆除を行う必要がある。

B 問5 i - 577 ii - 82

解説

A

問1 1: 湖や沼, 池などは長い年月が経つと, 土砂の流入やそこで生活する生物の遺体や排出物が堆積して, 徐々に陸地化する。

2, 3: 生物の生存と繁殖に必要な要素を資源という。資源には食物の他, 巣をつくるためや食物を捕るための空間などがある。

問2 駆除は増加速度を超えて捕獲する行為なので, 個体数は確実に減少していく。しかし, 捕獲をくり返して個体数が減少していくと個体群密度が低下するので, 捕獲効率も低下していく。

問3 個体数の増加速度は, 環境収容力の1/2の個体数のときに最大となる。ここでは, 個体群密度が上限の半分ほどになったときなので, 増加速度は大きいため個体数は増加する。

実際に, 外来種の駆除が行われるとき, 1回で完全に駆除するのは難しいことが多い。小さな池や沼では水を抜いて駆除を行うこともあるが, 稚魚や卵が残っていると数年後にはまた増殖していることもある。

問4 個体群密度が低下すると駆除の効率は落ちるが, ブルーギルの増加速度は大きくなる(もともと個体群密度の上限で増加速度が小さかったため)。よって, 一度の駆除で残っている個体があると, すぐに個体数がまた増加してしまう。よって, 残った個体が繁殖を行う前に, 短期間でくり返し駆除を行う。

B

問5 i : 100m^2 当たりでは, 条件のよい場所で $200 \times 55 = 11000$, 条件の悪い場所で $12 \times 45 = 540$ の藻ができるので合わせて 11540g となる。アユ1匹当たりは 20g 必要なので, $11540 \div 20 = 577$ より 577 匹が生育できる。

ii : 条件の悪い場所では群れアユが生活しており, $540 \div 20 = 27$ より 27 匹が生育できる。一方, 条件のよい場所では縄張りの大きさは 1m^2 なので, 55 匹が縄張りをつくる。よって, $27 + 55 = 82$ より 82 匹が生育できる。

添削課題

解答

問1 (1) 種1

(2) 環境収容力

(3) 50 個体

問2 種1：19 個体 種2：23 個体

問3 (1) 死亡率が産子数を上回っているため個体数は減少し、やがて絶滅する。

(2) 産子数が死亡率を上回っているため個体数は増加する。100 個体になると産子数と死亡率が同じになるので、そこで個体数の増加は止まる。

(3) 死亡率が産子数を上回っているため個体数は減少する。100 個体になると産子数と死亡率が同じになるので、そこで個体数の減少は止まる。

問4 (1) 島2

(2) 移出入で、島1では20 個体、島3では80 個体増加しても、個体数は200 で安定していることから、両島では毎年の死亡数が産子数を上回っているといえる。一方、島2では100 個体が移出しても、個体数は200 個体で安定していることから、毎年の産子数が死亡数を上回っており、島2で増加した個体が島1と島3に移動することで、両島の個体数が維持できていると考えられる。よって、島2を保全することが重要である。(196 字)

解説

問1 寿命が1 年以下なので、その年の個体は生き残らずにすべて死ぬ。よって、生まれる子の数のみに注目する。種1では、 $0 < N_t < 50$ のとき1 個体が産む子供の数が1.0 より多いので、翌年の個体数は増加する。 $N_t = 50$ のときは1.0 なので、翌年の個体数は同じ50 個体となる。 $N_t > 50$ のときは1.0 より少ないので、翌年の個体数は減少する。つまり、種1は50 個体より少ないときには個体数が増え、50 個体より多いときには個体数が減るので、個体数は50 個体で収束すると考えられる。

問2 種1：図1 から、1 個体が産む子供の数は、 $1.5 - \frac{1}{100} N_t$ で求めることができる。10 個

体のとき1 個体が産む子供の数は1.4 なので、翌年は14 個体となる。14 個体のとき1 個体が産む子供の数は1.36 なので、翌年は $14 \times 1.36 = 19.04$ となる。

種2：つねに1 個体が産む子供の数は1.5 なので、 $10 \times 1.5 \times 1.5 = 22.5$ となる。

問3 具体的に考えてみる。たとえば10 個体のとき、産子数はおよそ0.3 なので生まれる子供は3で、親子合わせた個体数は13 となる。しかし死亡率はおよそ0.6 なので、親で生き残るのは $10 \times 0.4 = 4$ となる。したがって翌年の個体数は $3 + 4 = 7$ である。このように、20 個体より少ないときには翌年の個体数は減少するので、いずれ絶滅する。(なお、この設問では死亡するタイミングがわからないので、子を残したあとで親が死ぬとして計算した。)

問4 島2では、移入が0で100個体移出しても個体数が200個体で安定しているということから、島内における生まれる個体数が死亡数より100個体多いと考えられる。島3では80個体移入しているのにもかかわらず、200個体で安定している。これは、死亡数が生まれる個体数より多いためで、他の島からの移入がなければ、200個体を保てないということである。

20章 生態②

問題

■ 演習

【1】

解答

問1 a- 成長曲線 b- 環境抵抗(密度効果でも可)

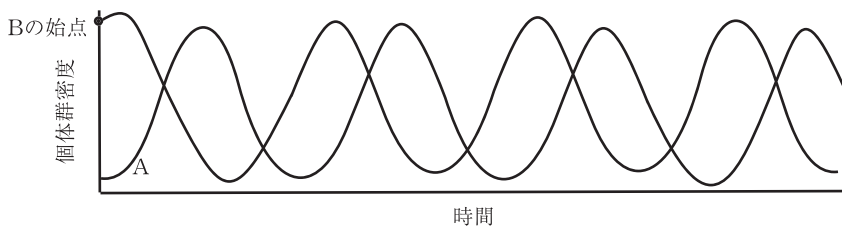
問2 要因：食料の不足

理由：1 個体あたりの食料の量が減ることで、成長や繁殖が妨げられるため。

問3 ワムシ - (ウ) ツリガネムシ - (イ)

理由：ワムシは餌である微細藻類が添加されており、混合培養時でもツリガネムシとは餌を巡る競争が起こらないので、いずれのときも環境収容力まで増殖できる。バクテリアは混合培養時の方が排出物を餌として利用し増殖するので、それを餌とするツリガネムシの環境収容力は、単独培養のときよりも大きくなる。(140字)

問4 (下図)



解説

問1 分裂で増える単細胞生物で考えるとわかりやすいが、分裂のたびに1 個体→2 個体、2 個体→4 個体、4 個体→8 個体…と増加するはずである。しかし、実際には上限があり、個体数が増えて個体群密度が高くなるほど増殖は抑えられるため、成長曲線はS 字状となる。これは食料の不足や生活空間の減少、老廃物の蓄積などの環境抵抗がはたらくからである。このように、個体群密度が個体群の増殖率や、個体群を構成する個体の形態や生理に影響を及ぼすことを密度効果という。

問2 他に、老廃物の蓄積によって衛生状態が悪化することで病気になりやすい、生活空間が減少することで競争が激しくなる、などでもよい。

問3 ワムシは輪形動物門に分類される生物の総称である。水中で生活し、水中の有機物や藻類を食べるものが多いが、なかには類縁のワムシや原生動物を食べるような種もある。魚の養殖では、稚魚の飼料としてよく用いられている。ツリガネムシは真核の単細胞生物で、食料としてはバクテリアや他の生物の糞などを食べる。

ゾウリムシとヒメゾウリムシのように、生活要求が似ている場合には競争が激しくなるため、混合培養すると増殖の遅いゾウリムシが絶滅する。しかし、ワムシとツリガネムシは、

問題で与えられている条件だけを考えると、餌は微細藻類とバクテリアで異なるため餌を巡る競争はないと考えてよい。また、微細藻類は毎日添加されている。よって、ワムシは単独培養時も混合培養時も同程度の個体群密度になる。ツリガネムシの餌となるバクテリアは、動物の排出物を栄養源として利用する。ツリガネムシ単独のときよりもワムシの混合している状態の方が培養液中の排出物が増えるので、バクテリアは混合培養時の方が数が多いと考えられる。すると、餌が増えたのでツリガネムシも増えると考えられる。

なお、実際にはワムシもバクテリアを食べるため、食料を巡る競争は起こる。しかし、ツリガネムシの増殖を抑制することはないとされる。

問4 被食者 B の増減に対して、捕食者 A の増減のピークが後ろにずれるようにかく。なお、縦軸の個体群密度は、A, B それぞれ別と考えた。

【2】

解答

問1 ア-③ イ-⑧ ウ-⑥

問2 (a)：両種は同じえさを食べるので、えさを巡る種間競争が起こった。(29字)

(b)：えさと生活場所を変えることで、種間競争を避けて共存した。(28字)

問3 生態的地位が異なると共存できる。(16字)

問4 ミトコンドリア、葉緑体

問5 植物は蜜をつくって昆虫を呼び、蜜を提供するかわりに花粉の媒介をしてもらえるので利益がある。一方、昆虫には特に不利益もなく蜜を得られるという利益がある。よって相利的な共生関係といえる。(91字)

解説

問1 多くの陸上植物は、菌根菌と総称される菌類と共生関係にある。菌根菌とは、植物の根に菌糸が入り込み土壤中の栄養分を植物に与え、植物からは光合成産物を与えられて生活する菌類である。

問2 下線部(A)の後の文章に、ヒメゾウリムシ、ゾウリムシ、ミドリゾウリムシの食性について説明がある。ヒメゾウリムシとゾウリムシは生態的地位が近いために競争が起こる。一方、ミドリゾウリムシとはえさが異なるため、その面で生態的地位が異なるので競争を回避できる。(a)のように、種間競争によって一方が絶滅することを、競争的排除(競争排除則)という。

問3 競争的排除が起こらないようにするには、生態的地位を変えればよい。すみ分けや食い分けはその例である。

問4 原核生物と真核生物の細胞構造の違いに、細胞小器官の発達がある。真核生物のもつ葉緑体とミトコンドリアは、ともに二重膜からなりDNAを含む。これらのことから、両者はもともと独立して生活していた原核生物で、それが大きな細胞と共生したという説がある。これを、共生説(細胞内共生説)という。

問5 昆虫はいろいろな種類の花で蜜集めを行うが、それぞれの種によってよく訪れる花がある。風によって花粉を運ぶ風媒に比べると、虫媒の方が同種の他個体に花粉を運んでもらえる可能性が高く、受粉効率がよい。パンジーやツツジなどでは花弁に斑点があるが、これは蜜があることを昆虫に知らせているとされる。また、昆虫のからだには細かい毛が生えていて、花粉をからだに付着しやすくなっている。このように、花と昆虫が相互に影響し合いながら進化してきたことは、共進化の一例として有名である。

【3】

解答

問1 縄張り(テリトリー)

問2 順位(順位制)

問3 小さい方が巣穴に近い場合

問4 密度効果

問5 近くに他個体がない場合には外敵に狙われやすくなり、地上で活動するときのリスクが高くなる。よって、餌をとるとき以外には巣穴に隠れている時間が長くなる。

問6 コメツキガニは平均水面からの高さが低く、底質は微細粒子の重量比が小さいところに生息する。一方、チゴガニは平均水面からの高さが高く、底質は微細粒子の重量比が大きいところに生息する。

問7 すみ分け

問8 コメツキガニを選択的に排除して、コメツキガニが分布していたところにチゴガニが生息するようになるか観察する。あるいは、チゴガニを選択的に排除して、チゴガニが分布していたところにコメツキガニが生息するようになるか観察する。

解説

問1 縄張りは多くの脊椎動物や節足動物がもっており、食料を確保するための採餌縄張りとして、生殖を有利にするための繁殖縄張りがある。

問2 ニワトリのつつきのように、同種の個体群内で無駄な競争を避けるために、個体間の優劣を決めることがある。

問3 問題文にあるように、カニは外敵が近づくと巣穴に逃げ込む。同種の他個体との争いにおいて、小さい個体でも巣穴に近ければ有利と考えられる。

問4 個体群密度の変化によって、生物の行動や生理、繁殖などに変化が生じることを密度効果という。

問5 巣穴は外敵から身を守るためのかくれがである。

問6 表からわかることを、それぞれまとめる。

問7 問題文から、コメツキガニとチゴガニは、ともに干潟で砂粒の間にある有機物を取り込み餌としている。つまり、生態的地位が近い。よって、生息場所を変えることで共存を可能としている。

問8 すみ分けの例として、イワナとヤマメが有名である。イワナは水温の低い上流域に生息し、ヤマメは中流域に生息する。しかし、ヤマメが生息していない場合には、イワナも上流域だけでなく中流域でも生息するようになる。

ここでも、どちらか一方の種を選択的に排除して、もう一方が今まで生息していなかった場所に進出するか観察すればよい。

添削課題

解答

- A 問1 環境収容力
問2 (エ)
問3 培地の体積を増やし、餌の追加と排出物の除去を定期的に行う。(29字)
問4 競争的排除(競争排除則)
問5 (イ)
問6 外来生物(外来種、帰化生物でも可)
- B 問7 (1) フジツボ、ムラサキイガイ
(2) 捕食者のヒトデがなくなりフジツボやムラサキイガイが増加し、捕食量が増えたり他種の生活空間を奪ったため。(51字)
(3) ヒトデと直接には捕食被食の関係にない種にも、間接的に影響を与えることで、生態系の平衡を保ち単純化を防ぐ。(52字)

解説

- A
- 問1 環境収容力の値は、個体数や個体群密度である。
- 問2 個体群密度の増加に伴い、食料や生活空間の不足や、老廃物の蓄積による衛生面の悪化といった、環境抵抗が増加し、個体群の成長は抑制される。
- 問3 生物の生育に必要な資源を増やせばよい。生活空間を増やすには培地を増やす、餌を増やすには定期的に餌を加える、などが考えられる。
- 問4 存続がしにくくなることとあるので、競争的排除を答える。その原因を問われているのであれば、種間競争を答える。
- 問5 同地域で生活していて、一方は生き残るがもう一方は個体数が減少するような例を選ぶ。
- 問6 本来はその地域に生育していなかった生物が、新たな地域に移され、そこで長期間生育できるようになることがある。こうした生物を、外来生物という。生態的地位に近いものがある場合、種間競争によって外来生物が絶滅することもあるが、増殖力が高かったり他感作用のようなもので他の植物に負の影響を与えるのであれば、外来生物が生き残ることになる。
- B
- 問7 (1) 捕食者であるヒトデがいなくなったので、フジツボとムラサキイガイが生き残る。
(2), (3) ヒトデを除去したことでフジツボやムラサキイガイが増え、固着する場所がなくなった藻類が増殖できなくなり、藻類を食べるヒザラガイやカサガイは減少した。結果、生物種は大きく減少した。このように、栄養段階の最上位にいる個体は、生態系のバランスに大きな影響を与えることが多く、キーストーン種という。

B3/B3J

東大・難関大・医学部生物

東大生物



Z-KAI

会員番号	
------	--

氏名	
----	--

不許複製