

生物A

1

問 1 (植物 W):植物Wは、12 時間暗期では花芽形成せず、8 時間暗期で花芽が形成されたことから、8～12 時間の間のどこかの限界暗期を持つ長日植物であることが分かる。また、暗期中に 2 時間の光中断を行うことで花芽が形成されたことから、明期の長さではなく、連続した暗期の長さが、植物の花芽形成にとって重要であると考えられる。

(植物 X):植物 X は 12 時間明期の時には花芽が形成されず、16 時間暗期の時にのみ花芽が形成されたことから、12～16 時間の間のどこかの限界暗期を持つ短日植物であると考えられる。また、明期中に2時間の暗期を設定しても花芽が形成されなかったことから、植物 W と同様に、明期の長さではなく、連続した暗期の長さが、植物の花芽形成にとって重要であると考えられる。

問 2 長期の低温の経験を必要としない場合、春と秋は日長や気温が似ているため、秋に発芽した植物の一部がすぐにそのままその秋に開花してしまうことが起こり得る。その場合、十分に成長していない状態で開花することになるため、種子生産が減少し、適応度が大きく低下する可能性が考えられる。また、秋と春で別々に咲き、集団内で開花のタイミングが統一されていないと受粉のチャンスが減り、集団としての繁殖のチャンスが減ってしまうことが考えられる。長期の低温の経験を必要とするメカニズムはこのような問題を回避できるため、越年生の長日植物の多くで維持されていると思われる。

問 3 この植物は、夏から秋にかけての日照時間が短くなる変化を葉で感知し、葉で休眠ホルモンを生成して花芽に輸送することで、花芽の成長を抑制し、休眠状態を維持している。台風によって葉が落ちてしまうと日照時間の感知ができなくなり、さらに休眠ホルモンも生成できなくなることで、花芽の休眠が起こらなくなる。その結果、秋を気温や日照が似ている春と勘違いして、花芽が成長し、開花してしまったと考えられる。

問 4 遺伝子 A と日平均気温の変化はおおむね連動して変化しており、遺伝子 A は低温時に発現量が減少することが分かる。また、遺伝子 A の発現量が減少した後に遺伝子 B の発現量が増加していることから、遺伝子 A は遺伝子 B の発現を抑制する機能を持っていると考えられる。ただし、遺伝子 A の発現量が減少後、すぐに遺伝子 B の発現量が上昇していないことから、他にも、日長など、遺伝子 B の発現量をコントロールしている要因があることも推測できる。遺伝子 B の発現量が増加する時期は、この植物が花芽を形成して開花する時期と相関しており、遺伝子 B が花芽の形成を促す遺伝子であると考えられる。

問 5 年間を通して気温が大きく上昇すると、冬に十分な低温にならなくなるために、遺伝子 A の

発現量の低下が遅れ、開花のタイミングが遅れることが予想される。さらに、春の気温も上昇すると、遺伝子 A の遺伝子発現量の増加のタイミングが早まるために、開花終了のタイミングが早くなる。その結果、開花可能な期間が短くなることが考えられる。また、地球温暖化が更に進んで気温が上昇すると、冬に遺伝子 A の発現量が十分に低下しなくなり、そのまま春の温度上昇を迎えてしまうことで、開花できなくなると考えられる。

2

問1 原因:DNAの複製の際のミスにより生じた後、修復に失敗して残る。

内的な化学反応(酸化、加水分解など)や放射線、化学物質などの外部環境要因によるDNAの損傷・変化により、DNAの正常な複製が妨げられることによって誘発される。

問2 偏りの規則性:塩基配列の3文字目に偏っている。コドンの3番目に偏っていると思われる。

理由:コドンの3番目の置換はアミノ酸を変えない同義置換が多く、機能を変えず、淘汰に対して中立で、置換が残りやすい(淘汰が弱い)。

問3 遺伝的隔離(2つの集団に分かれて)から、それぞれの集団で異なる変異が固定(頻度=1となる)。

問4 必要な情報:共通祖先より前に分岐した外群となる種(霊長類;オランウータンなど)の相同な塩基配列。

理由:外群の塩基配列がゴリラと一致すれば、ヒトとチンパンジーの共通祖先で起きた塩基置換で、外群の塩基配列がチンパンジーとヒトと一致すれば、ゴリラの系列で起きた塩基置換といえる。

問5 地図: C

理由:アフリカが起源地である(アフリカ集団内で最も変異が多い理由は、アフリカで長期間広域に放散した過程で高い遺伝的多様性が生じたと考えられるから)。さらに、アフリカ以外の集団はアフリカから移動した一部の子孫であり、遺伝的多様性が低い。

問6 原因:母系と父系で移動パターンが異なった時(進化速度の違いでも、理由が対応していればよい)

理由:遺伝のしくみの違い。mtDNAは母系からしか伝わらないが、各DNAは両方の親から伝わり、調べる遺伝子によっても遺伝経路が異なる。

生物B

1

- 問 1 いくつかの遺伝子は、同一の遺伝子から選択的スプライシングにより、配列の一部が異なる複数のタンパク質が合成される。そのため、遺伝子の数と比較して多くのタンパク質が合成される。
- 問 2 領域A:野生型と比較して、変異 A の転写量の変動は認められない。領域 A にはタンパク質 X の結合部位が含まれていないことが原因と考えられる。
領域B:野生型と比較して、変異 B では転写量の大きな減少が認められる。領域 B にタンパク質 X の結合部位が含まれていることが原因と考えられる。
領域C:野生型と比較して、変異 C では転写量の増加が認められる。領域 C にはタンパク質 X 以外の遺伝子 Y の転写抑制因子の結合部位が含まれていることが原因と考えられる。
- 問 3 タンパク質 X と相互作用し、組織特異性にタンパク質 X を活性化する因子(もしくはタンパク質 X の核内移行に必要なタンパク質など)の存在が考えられる。この因子の遺伝子発現が組織特異的であり、タンパク質 X との相互作用により遺伝子 Z の発現を組織特異的に制御するから。
- 問 4 核以外の細胞小器官では、エネルギー代謝など様々な生命活動が行われており、恒常性維持のためにこれらの変動を常に感知する必要がある。そのため、核外の細胞小器官に転写調節因子を局在させることにより、これらの変動を核内へ伝達し、遺伝子発現を介して細胞の恒常性を維持するため。

2

問 1 結合の名称:S-S 結合(ジスルフィド結合)

役割:タンパク質の三次構造や四次構造の形成に関与する

問 2 粗面小胞体 特徴:表面にリボソームが付着している

粗面小胞体 機能:分泌タンパク質や膜タンパク質等の合成をおこない、それをゴルジ体などの細胞小器官へと輸送する

滑面小胞体 特徴:表面にリボソームが付着していない

滑面小胞体 機能:脂質の合成、解毒、カルシウムイオン濃度の調節

問 3 GTPと結合しているタンパク質 A と GDP と結合しているタンパク質 A では立体構造が異なっているため。

問 4 GTP 加水分解反応により、GTP が分解されて GDP となり、再び GTP 交換反応が生じることを防ぐため。

問 5 タンパク質 V がなくても、自発的に GDP/GTP の交換反応をある程度はおこなうことができるため。

問 6 GDP/GTP 交換反応を負に制御している。