

生	物
問 題	
2015年度	

〈 H27090017 〉

注 意 事 項

1. この問題冊子は、解答パターンがBおよびCの受験生に配布されます。
2. この科目では、この問題冊子、および記述解答用紙（生物その1、生物その2）を配布します。
3. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないでください。
4. 問題は4～14ページに記載されています。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせてください。
5. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入してください。
6. 記述解答用紙記入上の注意
 - (1) 記述解答用紙の所定欄（2カ所）に、氏名および受験番号を正確に丁寧に記入してください。
 - (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を書かないでください。
 - (3) 受験番号の記入にあたっては、次の数字見本にしたがい、読みやすいように、正確に丁寧に記入してください。

数 字 見 本	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- (4) 受験番号は右詰めで記入し、余白が生じる場合でも受験番号の前に「0」を記入しないでください。

(例) 3825番⇒

万	千	百	十	一
	3	8	2	5

7. 解答はすべて所定の解答欄に記入してください。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合があります。
8. 下書きは問題冊子の余白を使用してください。
9. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにしてください。
10. 問題冊子は持ち帰ってください。
11. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出してください。

〔I〕 以下の文章を読み、答えを解答欄に記入しなさい。

動物の体の形態を維持し、また運動器としての重要な役割を担う器官に骨格がある。細胞にも細胞骨格とよばれる細胞小器官があり、細胞の形態維持や運動に関与している。この細胞骨格は3つに分類され、いずれもタンパク質でできた線維状の構造物である（問1）。

細胞骨格の1つであるアクチンフィラメント（Fアクチン）は、1本のポリペプチドが全体として球状に折りたたまれたアクチンモノマー（Gアクチン）とよばれる小型のタンパク質からなる（問2）。多数のGアクチンが結合して鎖状に連なり、さらに2本の鎖が互いにらせん状に巻き付いてFアクチンが形成される（図1）。Fアクチンには方向性があり、一方の端はプラス端とよばれ他方はマイナス端とよばれる。また、Gアクチンには、ATPが結合した状態の分子（Gアクチン-ATP）とADPが結合した状態の分子（Gアクチン-ADP）の2通りが存在する。

Fアクチンの形成の初期段階では、まず数個のGアクチン-ATPが集まって核とよばれる構造が作られる。この段階はゆっくりと進行するが、ひとたび核が形成されると、引き続いて多数のGアクチン-ATPが端から次々に結合していき（重合）、Fアクチンを伸長させる。Gアクチン-ATPは、Fアクチンのプラス端とマイナス端のいずれへも結合し（図1）、プラス端へ結合する速度はマイナス端へ結合する速度よりも大きい。ここでは、Gアクチン-ADPのFアクチンへの結合は考えなくてよいものとする。

Fアクチンに結合したGアクチン-ATPは、適当な時間の後に変換され、Gアクチン-ADPとなる（問3）。プラス端側に結合したGアクチン-ATPの変換速度は、Gアクチン-ATPがFアクチンのプラス端に結合する速度よりも遅い。一方で、マイナス端では、Gアクチン-ATPは結合と同時にGアクチン-ADPへ変換されるものとする。このため、Fアクチンにおいて、Gアクチン-ATPとGアクチン-ADPの分布に偏りが生じる。

Gアクチン-ATPがFアクチンに重合し伸長させる一方で、Fアクチンの端からはGアクチンが次々に分離し（脱重合）、Fアクチンを短縮させる（図1）。FアクチンにはGアクチン-ATPとGアクチン-ADPの分布の偏りがあるため、Fアクチンのそれぞれの端からはGアクチン-ATPまたはGアクチン-ADPのいずれか一方が連続的に分離していく（問4）。Fアクチンの端からの分離速度は、Gアクチン-ATPとGアクチン-ADP分子で異なる。Fアクチンから分離したGアクチン-ADPからは、すぐにADPが放出され、続いて周囲に存在するATPが速やかに取りこまれてGアクチン-ATPが再生され、再び重合に利用される。重合と脱重合の速度の大小関係により、Fアクチンの全体の長さが変化する。

以上をふまえて、FアクチンとGアクチンについて、以下の実験1から実験3を行った。

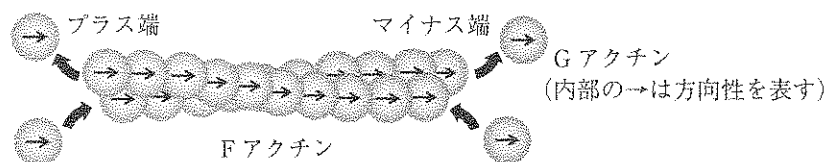


図1

実験1

Fアクチンに取り込まれていない（遊離の）Gアクチン-ATPをさまざまなモル濃度（C）で準備し、そこに適当な長さの1本のFアクチンを加えて反応させた。このとき、Fアクチンを加えた直後の、プラス端での伸長速度（ V_p ）とマイナス端での伸長速度（ V_m ）のグラフは、図2のそれぞれ実線と点線で示された。図2の縦軸は、Fアクチンのそれぞれの端での伸長速度を表し、正の場合は端が伸長し、負の場合は短縮することを意味する。また、 V_p および V_m のグラフにおいて、端での長さが変化しない場合のCの値は、それぞれ C_e と $2C_e$ であった。

実験 2

薬剤 X を遊離の G アクチン-ATP と予め反応させた後に、F アクチンを加える以降は実験 1 と同じ手順で実験を行った。薬剤 X のモル濃度が $2C_e$ の場合には、 V_p と V_m のグラフは図 3 のそれぞれ実線と点線のグラフとなった。また、薬剤 X のモル濃度が $4C_e$ の場合には、 V_p と V_m のグラフは図 4 のそれぞれ実線と点線のグラフとなった。

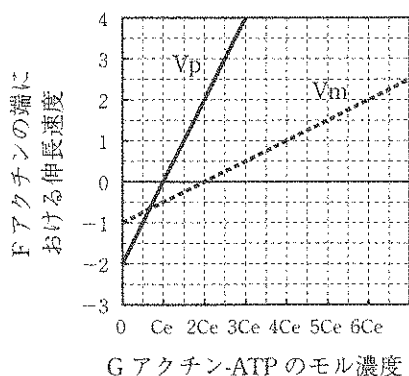


図 2

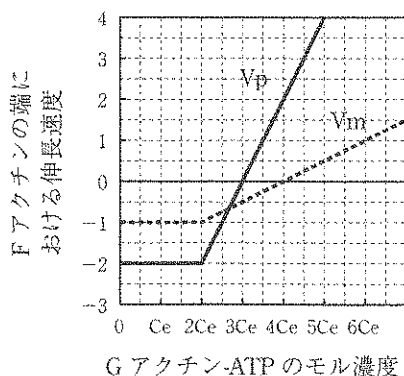


図 3

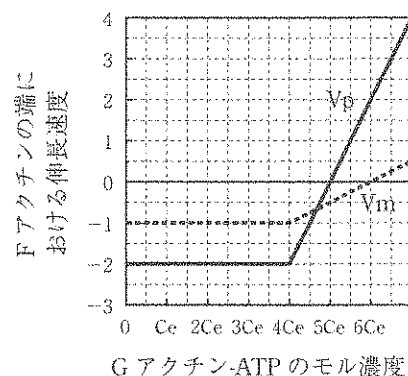


図 4

実験 3

モル濃度が C_0 の G アクチン-ATP と、 C_0 に対して過剰量（モル濃度で 100 倍）の ATP が加えられた実験系において、F アクチンが生成される時間変化を調べたところ、図 5 の点線のグラフが得られた。図 5 の縦軸は、F アクチンを形成している G アクチンの G アクチン全体に対する割合を示し、横軸は経過時間を表している。

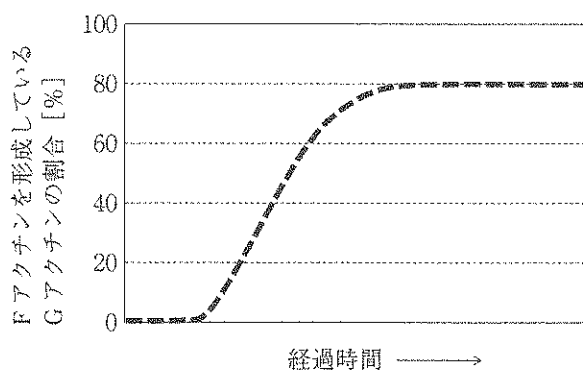


図 5

問 1 細胞骨格の 3 つの線維状の構造物の名前を、直径の細いものから順に解答欄の左から答えなさい。

問 2 F アクチンを例にとりながら、タンパク質の 1 次構造から 4 次構造のそれぞれについて説明しなさい。

問 3 ATP が ADP へと変換される反応について、以下の化学反応式の空欄（あ）（い）に適切な分子式を答えなさい。



問 4 F アクチンのプラス端およびマイナス端からは、G アクチン-ATP と G アクチン-ADP のいずれが分離していくかを答えなさい。また、実験 1 および実験 2 に基づき、G アクチン-ATP および G アクチン-ADP が脱重合していく速度の違いと、それぞれの速度の G アクチン-ATP のモル濃度 (C) への依存性を答えなさい。

問5 実験1および実験2より、薬剤Xの働きを説明しなさい。

問6 図5において、グラフが右上がりとなった後に水平となる理由を考えて答えなさい。ただし、この水平領域において、核形成は起こっていないとする。また、実験1で登場したCeを用いて C_0 を表す式を、導出過程とあわせて書きなさい。

問7 実験3において、Gアクチン-ATPの総量は変えずに、Gアクチン-ATPが数個結合した核を予め生成させておいてからFアクチンが形成される時間変化を調べた場合、図5のグラフはどのように変化すると考えられるか。解答欄の図に実線で記入しなさい。

問8 実験3において、図6の白矢印で示す時に、 C_0 に対して過剰量（モル濃度で100倍）の薬剤Xを加えた場合、薬剤Xの添加後のグラフの形状はどのようにになると考えられるか。解答欄の図に実線で記入しなさい。

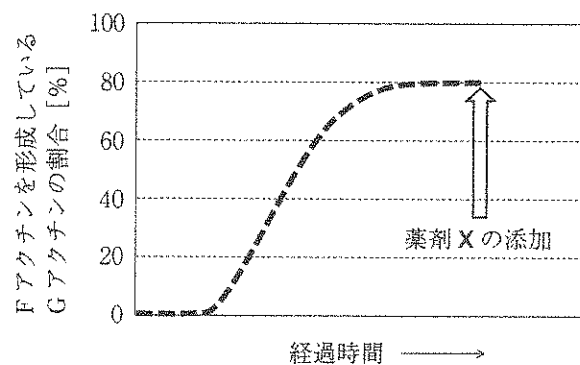


図6

〔Ⅱ〕 以下の文章を読み、答えを解答欄に記入しなさい。

生物の遺伝子を人為的に改変して利用する遺伝子組換え技術は、我々の生活を取りまく環境に急速に進出している。2000年には、遺伝子組換え生物の使用による生物多様性への悪影響を防止することを目的とした「生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書」（カルタヘナ議定書と呼ぶ）が国連で採択された。この議定書を実施するために、日本では2003年に「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」（カルタヘナ法と呼ぶ）が成立し、施行されている。カルタヘナ法では、遺伝子組換え生物の使用を、農場での栽培などの「環境中への拡散を防止しないで行う使用」と、実験室内での研究を対象とした「環境中への拡散を防止する意図をもって行う使用」とに区分している。後者の区分においては、遺伝子組換え酵母や遺伝子組換えマウスは規制の対象となっているが、遺伝子を人為的に組み換えた動物培養細胞株は規制の対象となっていない（問1）。

農作物においては、殺虫効果のあるタンパク質をつくる遺伝子や特定の除草剤に耐性を持つ遺伝子（問2）の組換え作物が実用化されている。これまで日本国内では、遺伝子組換え作物の栽培は試験的なものを除くとまだ実施されてこなかった（問3）が、供給を輸入に頼る農作物の中には、ほとんどが遺伝子組換え作物に置き換わっているものもある。遺伝子組換え作物がもたらす悪影響として懸念されることのひとつが非組換え作物との交雑である。作物に組換え遺伝子が組み込まれたかどうかを検査する方法としてはポリメラーゼ連鎖反応（PCR）法がよく用いられるが、免疫学的測定法や酵素活性測定法が用いられることもある。

遺伝子組換えトウモロコシ品種であるスターリンクは、組み込んだ遺伝子の産物がアレルギーの原因となる可能性を否定できるだけの証拠が十分になかったため（問4）、飼料用に限定して1998年に米国で商業栽培が始まった。2000年になって食用のトウモロコシからスターリンクに由来する遺伝子が検出され、対策として食用トウモロコシを検査し、スターリンクに由来する遺伝子が検出された場合は全量を回収して飼料あるいはバイオ燃料用にする措置がとられた。2001年にはメキシコのオアハカ州において、トウモロコシの在来品種と遺伝子組換え品種との交雑の可能性が報告された。オアハカ州を含むメキシコ南部にはトウモロコシの多くの在来品種が存在する。オアハカ州はトウモロコシの栽培起源地のひとつと考えられており、遺伝資源の観点から重要な地域である。トウモロコシは風媒性（風によって花粉が運ばれる）受粉を行う。メキシコでは2001年時点で遺伝子組換えトウモロコシの作付けが禁止されており、オアハカ州は遺伝子組換えトウモロコシを栽培していた地域から100 km以上も離れていたため、風による花粉の飛散以外による原因が議論された。農民が有用な形質を得るために行ってきた受粉や種子の交換を通じた拡散が、交雑の原因として有力視された。

実験

遺伝子組換え体を作成するときに組換えの指標として、目的とする導入遺伝子に加えてβ-グルクロニダーゼ（GUS）遺伝子を組み込むことがある。この手法で作出された遺伝子組換えパパイヤはGUS活性を測定することで判定を行うことができる。X-GlucはGUSの基質であり、GUSにより加水分解され、生成物は青色を呈する。ただし数%の偽陽性（GUS活性がなくても青色を呈すること）が見られることがある。3ヶ所の農場（A農場、B農場、C農場）のパパイヤを5個ずつ用い、それぞれの果実から種子を無作為に20個ずつ取り出し、それぞれの胚にX-Glucを加え、青色を呈した胚の数を数えた。その結果は次の通りであった。

果実	A農場	B農場	C農場
1	0	15	20
2	0	15	19
3	1	14	20
4	1	16	20
5	0	15	19

表 青色の胚の数

- 問1 (下線部) なぜ遺伝子組換え酵母やマウスと、遺伝子組換え動物培養細胞株でカルタヘナ法での扱いが異なるか。理由を考えて答えなさい。
- 問2 (下線部) 特定の除草剤に耐性を持つ遺伝子を導入することについて以下の問いに答えなさい。
- (1) どのような効果が得られるか述べなさい。
 - (2) 懸念される事態を考え答えなさい。
- 問3 (下線部) なぜ日本では遺伝子組換え作物の栽培が本格化していないのだろうか。考えを述べなさい。
- 問4 (下線部) アレルギーについて次の語句をすべて用い説明しなさい。
アレルゲン, アナフィラキシーショック, 免疫記憶, 死亡
- 問5 実験について, A農場のパパイヤは遺伝子組換えではないことがわかった。B農場とC農場のパパイヤからは遺伝子組換えを示すGUS活性が検出されたが, 青色を呈した胚の数が異なった。B農場とC農場のパパイヤで青色を呈した胚の数が異なった理由を考えて答えなさい。
- 問6 人類は農作物や家畜を交配により品種改良してきた。品種改良は遺伝子の組換えにより作物の表現型を変更することにはかならないが, 交配を行うことに対する規制はない。カルタヘナ議定書に代表されるような遺伝子組換え生物の規制の必要性について, 従来の交配による品種改良と対比して論じなさい。

〔Ⅲ〕 以下の文章を読み、答えを解答欄に記入しなさい。

- 問1 成人の身体はどのくらいの数の細胞で出来ているだろうか。いま、体重 60 kg の成人の身体全体が、一辺の長さ (あ) の立方体で近似される細胞で構成されていると仮定する。細胞の比重を 1 とすると、成人一人あたりの細胞数はおよそ 60 兆個と試算される。(あ) に当てはまる長さを答えなさい。単位としては、mm (10^{-3} m), μm (10^{-6} m), nm (10^{-9} m), pm (10^{-12} m) のいずれかを用いなさい。
- 問2 問1での細胞数の試算は、かなり大雑把なものである。たとえば、最近のより詳細な研究では、成人の細胞数はおよそ 37 兆個と試算されるようになった。問1の試算では、どのような点が不十分であったと思われるだろうか。二点あげて説明しなさい。
- 問3 細胞内の pH の値は、さまざまな生化学反応に大きく影響する。細胞内が中性 (pH 7.0) のとき、問1で仮定した立方体の細胞一つの中には、平均何分子の水素イオン (H^+) が含まれることになるだろうか。アヴォガドロ数を 6.0×10^{23} として計算しなさい。
- 問4 一般に、原核細胞のサイズは、真核細胞のサイズに比べて小さい。ある原核細胞を、問1で計算されたヒト細胞に比べ、10 分の 1 の長さの辺からなる立方体で近似した場合、細胞内 pH 9.0 の原核細胞には平均何分子の水素イオンが含まれていることになるかを計算しなさい。また、単純計算で推定される数がある程度であっても細胞内のさまざまな酸化還元反応が可能である理由を考察しなさい。

〔Ⅳ〕 以下の文章を読み、答えを解答欄に記入しなさい。

遺伝情報を保持するゲノム DNA は、真核生物では細胞核内に染色体という構造体として収納されている。染色体では、ヒストンと呼ばれるタンパク質に DNA が巻き付けられた、ヌクレオソームと呼ばれる基盤構造が形成されている。そのため、真核細胞内での DNA 複製では、DNA ポリメラーゼはヌクレオソームを形成した状態の DNA を鋳型として DNA 合成を行わなくてはならない。DNA 複製反応の素過程を調べるために、以下の実験を試験管内で行った。これらの DNA 複製反応にはすべて同じ量の二重鎖 DNA を用い、反応時間を 10 分、30 分、60 分、120 分として行った。以下に示す DNA 量は、二重鎖 DNA のみの量とする。また、以下の実験に示される「他の必要な因子」には、ATP とヒストンは含まれないものとする。

実験 1

複製開始点を含む、ヌクレオソームを形成していない二重鎖 DNA に、他の必要な因子とともに DNA ポリメラーゼを加えて 37℃ で DNA 複製反応を行った。DNA 複製反応開始時点を 0 分として DNA 量を測定した結果をグラフ (あ) に示した。

実験 2

実験 1 で使用したものと同じ、複製開始点を含む二重鎖 DNA に、ヒストンを混合して適切な方法でヌクレオソームを形成させた後に、他の必要な因子とともに DNA ポリメラーゼを加えて 37℃ で DNA 複製反応を行った。DNA 複製反応開始時点を 0 分として DNA 量を測定した結果をグラフ (い) に示した。

実験 3

実験 2 で使用したものと同じ、ヌクレオソームを形成させた複製開始点を含む二重鎖 DNA に、培養細胞から調製した「DNA を含まない細胞核抽出液」を少量加えた後に、他の必要な因子とともに DNA ポリメラーゼを加えて 37℃ で DNA 複製反応を行った。DNA 複製反応開始時点を 0 分として DNA 量を測定した結果をグラフ (う) に示した。

実験 4

実験 2 で使用したものと同じ、ヌクレオソームを形成させた複製開始点を含む二重鎖 DNA に、タンパク質 X を加えた後に、他の必要な因子とともに DNA ポリメラーゼを加えて 37℃ で DNA 複製反応を行った。DNA 複製反応開始時点を 0 分として DNA 量を測定した結果をグラフ (え) に示した。

実験 5

実験 4 の反応開始時に、ATP を追加して DNA 複製反応を行ったところ、グラフ (お) の結果を得た。ただし、追加した ATP は DNA ポリメラーゼ活性に影響しないものとする。

実験 6

実験 1 の反応開始時に、タンパク質 X を追加して DNA 複製反応を行ったところ、グラフ (あ) と同じ結果を得た。

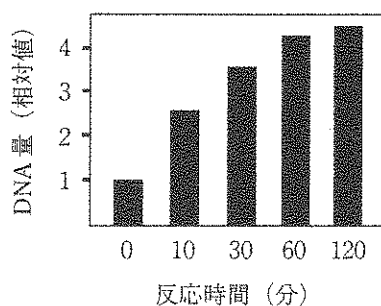
問1 実験1と実験2で得られた結果を比較して、DNA複製におけるヌクレオソームの影響について解答欄に簡潔に答えなさい。

問2 実験2と実験3で得られた結果を比較して、「DNA を含まない細胞核抽出液」の影響について解答欄に簡潔に答えなさい。

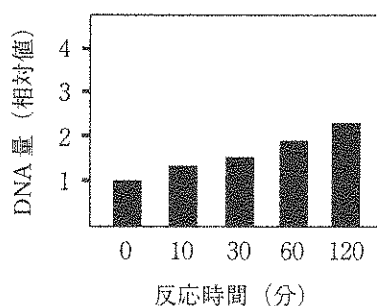
問3 実験4、実験5、実験6の結果を踏まえて、タンパク質Xの機能について解答欄に簡潔に答えなさい。

問4 ヒストンには、アミノ酸配列が若干異なる相同体が存在する。実験2において使用したものと異なるヒストンの相同体を使用したところ、グラフ(か)の結果を得た。このヒストンの相同体の性質について解答欄に簡潔に答えなさい。

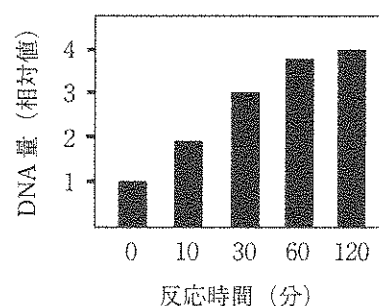
(あ) 実験1



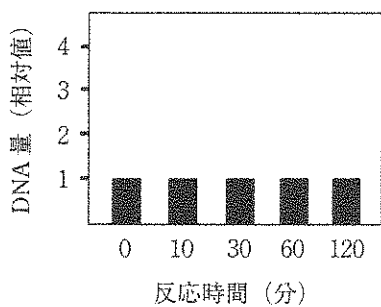
(い) 実験2



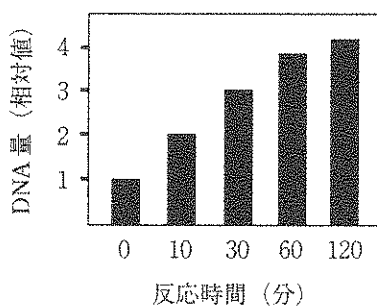
(う) 実験3



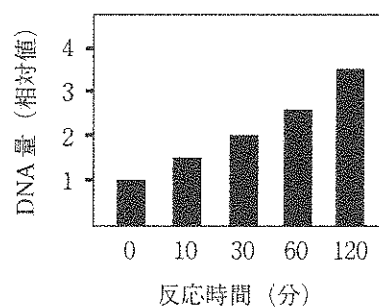
(え) 実験4



(お) 実験5



(か) 問4

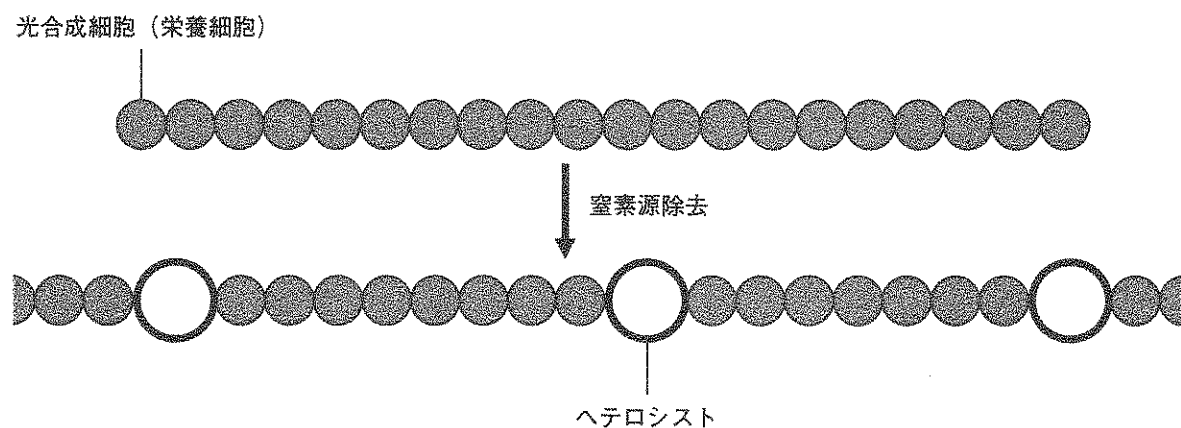


〔V〕 以下の文章を読み、答えを解答欄に記入しなさい。

多細胞生物の形作り（形態形成）の基本は、もともとは同じ遺伝情報を持つ細胞が分裂する過程で、複数の種類の細胞に変化すること（分化）と、同時にそれらが適切なタイミングに、適切な位置に出現し、定着すること（位置情報を持つこと）にある。

こうした、分化と位置情報に基づく形態形成の最も単純な例として、多細胞性シアノバクテリアのネンジュモの窒素固定細胞の分化が知られている。シアノバクテリアの中には、環境中の窒素化合物（以下、窒素源とよぶ）が欠乏すると、分子状窒素（ N_2 ）を取り込み、アンモニアなどの窒素化合物を合成する窒素固定系（問1）を持つものがある。窒素固定を触媒する酵素（ニトロゲナーゼ）は、分子状酸素（ O_2 ）によって不可逆的に失活するため、嫌気条件下でないと機能しない。しかしながら、通常のシアノバクテリアの細胞は光合成を行うことによって、副次的に（問2）分子状酸素を発生させるため、窒素固定反応と両立しない。

そこで、多細胞体制を持つネンジュモは、空間的に光合成と窒素固定を分業する戦略を進化させた。ネンジュモの細胞は、窒素源欠乏下でおよそ10個に一つ程度の割合で、窒素固定に特化した細胞（ヘテロシストと呼ばれる）に分化する（図1）。ヘテロシスト形成はゲノムDNAの再編成を伴う不可逆的なプロセスであり、いったん分化し、成熟したヘテロシストが通常の光合成細胞に戻ることはない。また、ヘテロシストになるとそれ以上細胞分裂しない。ヘテロシストでは、成熟する過程で、光合成系の遺伝子発現が停止し、ニトロゲナーゼをはじめ窒素固定に関わる様々な酵素をコードする遺伝子群の発現が誘導される。また、細胞壁が肥大化するとともに呼吸活性が増大することで、ヘテロシスト内の酸素分圧が低レベルに保たれている。



培地中に窒素源が含まれている場合は、数珠状にならんだ細胞はすべて光合成を行う栄養細胞だが、培地中から窒素源を除去すると、およそ10細胞に1個の割合で肥大したヘテロシストに分化する

図1

ヘテロシストの空間パターンが生み出される仕組みを調べたため、DNAの塩基組成を攪乱する化学変異原（薬剤）を用いてネンジュモのヘテロシスト形成に関する変異株を2つ分離し、以下のような実験・観察を行った。

実験 1

変異株 *a* は、培養液から窒素源を欠乏させてもヘテロシストへの分化が起こらず、やがて死滅した。これに対し、変異株 *b* では窒素源欠乏下でヘテロシストの数が著しく増大し、ヘテロシストには含まれた光合成細胞の数は減少した (図 2)。



窒素源除去後の変異株 *b* の分化パターン

図 2

実験 2

変異株 *a* および変異株 *b* それぞれの原因遺伝子として、遺伝子 *A*、遺伝子 *B* を同定し、DNA の塩基配列を特定したところ、遺伝子 *A* がコードするタンパク質 **A** は 149 アミノ酸からなり、DNA に結合すると考えられるアミノ酸配列が含まれていた。遺伝子 *B* は 17 アミノ酸からなるタンパク質 **B** をコードしていた。

実験 3

野生株において、窒素源を含む培地では遺伝子 *A*、遺伝子 *B* ともに転写が見られなかったが、窒素源を除去してから徐々に遺伝子 *A* と遺伝子 *B* の転写量が増加した。

実験 4

変異株 *a* では、窒素源を含む培地で培養しても、培地から窒素源を除去したのちでも、遺伝子 *A* と遺伝子 *B* の転写はともに見られなかった。変異株 *a* では、タンパク質 **A** の 8 番目のアミノ酸を指定する遺伝子 *A* のコドンが停止コドンに置換されていた。

実験 5

変異株 *b* では、窒素源を含む培地でも遺伝子 *A* と遺伝子 *B* の転写量はともに野生株に比べて高く、窒素源を除去すると遺伝子 *A* と遺伝子 *B* の転写量が野生株に比べてさらに著しく増加していた。変異株 *b* における遺伝子 *B* の変異は、タンパク質 **B** の 12 番目のアミノ酸を指定するコドンが停止コドンに置換されているものであった。

実験 6

タンパク質 **A** とタンパク質 **B** がどこで発現しているのかを検討したところ、タンパク質 **A** は窒素源除去後、しばらくして光合成細胞全体で発現が増加し、やがて 10 細胞に一つ程度の割合でのみさらに著しく増加し、その細胞がヘテロシストになった。ヘテロシストの周囲の細胞ではタンパク質 **A** の発現は検出されなくなった。タンパク質 **B** はタンパク質 **A** と同様に、窒素源除去後しばらくして発現量が増加した。やがて 10 細胞に一つ程度の割合で発現量がさらに増加し、その細胞がヘテロシストになった。ヘテロシストの周囲の数細胞にも、タンパク質 **B** の発現は観察され、ヘテロシストから遠ざかるほど発現量が減少していた。ただしそのとき、遺伝子 *B* の mRNA はヘテロシストのみにみられ、光合成細胞には検出されなかった。

- 問1 シアノバクテリア以外に、窒素固定系を持つ生物の名前を一つあげ、その生物が生態系に果たす役割について知るところを述べなさい。
- 問2 下線部で、光合成によって酸素 (O_2) を発生させることが「副次的である」とはどういう意味か。発生する分子状酸素が、もともとどの物質の酸素原子に由来するものなのかを含めて記述しなさい。
- 問3 実験3から実験5の結果から、野生株において、遺伝子 *A* と遺伝子 *B* は、自分自身、あるいは相互に遺伝子発現（転写）を制御する関係にあることが分かる。ポジティブフィードバック（結果的に自身を活性化させる正のフィードバック）とネガティブフィードバック（結果的に自身の活性を抑制する負のフィードバック）が含まれていることを前提に、これらの発現制御に関して推察されるところを答えなさい。
- 問4 問3で推察された可能性をさらに検証するため、薬剤によって発現を過剰に誘導できるプロモーター（オペレーター）の下流に遺伝子 *A* および遺伝子 *B* のタンパク質コード配列を挿入した人工遺伝子断片を作製し、それぞれ野生株に導入した。問3で推察されたポジティブフィードバックとネガティブフィードバックをさらに裏付けると期待される結果はどのようなものか、答えなさい。
- 問5 実験1から実験6までの結果を踏まえ、ヘテロシストがほぼ一定の間隔で、通常隣り合わせにならずに分化する空間パターンを生成するメカニズムについて推察し、答えなさい。
- 問6 実験6では細胞間相互作用を前提としていたが、細胞内での mRNA 量の変化が必ずしもタンパク質量の変化と比例しないことは、細胞間相互作用を前提としなくても単一細胞内で起こりうる。そのような齟齬が起こりうる理由を簡潔に述べなさい。

〔以下余白〕