

# 生物

総合問題：生命現象と  
物質

【京都府立医科大】

次の文を読み以下の設問に答えよ。

アドレナリンが細胞に情報を伝達する様式を解析するため、正常細胞と、アドレナリンの情報伝達にかかわるタンパク質A、Bにそれぞれ変異をもつ細胞(変異細胞A、B)の3種類の細胞を用いて以下の実験を行った。

【実験1】

3種類の細胞を培養しアドレナリンを培養液に加え、<sup>(1)</sup>ATPから合成されるセカンドメッセンジャーの量を測定したところ、正常細胞でのみこの物質が増加した。

【実験2】

3種類の細胞をすりつぶし、それぞれの細胞の破砕液を作製した。この破砕液にアドレナリンを加えたところ、正常細胞の破砕液でのみ下線部(1)の物質の量が増加した。

【実験3】

3種類の細胞を培養し、放射性同位体で標識されたアドレナリンを培養液に加えた。それぞれ細胞を回収した後すりつぶし、破砕液を細胞膜の成分と細胞質基質の成分とに分離した。標識されたアドレナリンは、正常細胞と変異細胞Bの細胞膜成分に確認されたが、変異細胞Aではいずれの成分にも確認されなかった。また、タンパク質Bは正常なものも変異したものも細胞質基質成分に含まれることが確認された。下線部(1)の物質を合成する酵素は、すべての細胞の細胞膜成分に存在した。

【実験4】

3種類の細胞の細胞質基質成分にそれぞれアドレナリンを加えたところ、いずれの場合も下線部(1)の物質の量の増加はみられなかった。一方で、変異細胞Bの破砕液と正常細胞の細胞質基質成分を混合し、さらにアドレナリンを加えると、下線部(1)の物質の量が増加した。

問1 下線部(1)の物質の名称を答えよ。

問2 アドレナリンの情報伝達において、正常なタンパク質Aはどのようなはたらきをもっていると考えられるか、実験結果から理由とともに答えよ。

問3 アドレナリンの情報伝達において、正常なタンパク質Bはどのようなはたらきをもっていると考えられるか、実験結果から理由とともに答えよ。

【神戸大】

ある2倍体の一年生被子植物において、タンパク質Sは、通常、根特異的に合成される。しかし、特定のとある集団では、葉でもSを合成する個体が見つかった。

タンパク質Sの合成がどのように調節されているのかを調べるために、葉でSを合成しない純系個体を作成し、その個体に塩基置換を引き起こす変異原を処理したところ、Sの合成において野生型と異なる2種類の変異株が得られた。これらの変異株では、調節遺伝子IまたはIIの機能が失われていた。調節遺伝子Iの変異型遺伝子を*b*、野生型遺伝子を*B*、調節遺伝子IIの変異型遺伝子を*c*、野生型遺伝子を*C*とした。さまざまな遺伝子型において、Sの合成を、葉と根で調べたところ表のような結果が得られた。ただしいずれの調節遺伝子も、タンパク質Sをコードする遺伝子*S*の上流で機能する調節タンパク質をコードすることが想定された。

表 それぞれの遺伝子型と組織におけるタンパク質Sの合成の有無

		<i>BBCC</i>	<i>BBcc</i>	<i>bbCC</i>	<i>bbcc</i>	<i>BbCc</i>	<i>BbCC</i>	<i>BBCc</i>
組織	葉	×	○	×	○	×	×	×
	根	○	○	×	○	○	○	○

○:タンパク質Sの合成あり    ×:タンパク質Sの合成なし

問 調節遺伝子Iと調節遺伝子IIによる遺伝子*S*の調節機構として最も適切であると思われるモデルを図の(ア)～(ク)より選び、記号で答えなさい。そして、野生型において、根と葉でSの合成がどのように調節されているのかをそれぞれ80字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。なお、図中の白抜きの矢印は、遺伝子の発現を表す。



【滋賀県立大】

プラスチックを分解する新種の微生物を発見したとする。この微生物はプラスチックの存在を感知して、プラスチックを分解する酵素 $\alpha$ を分泌する。酵素 $\alpha$ は分子量約100000のタンパク質で、プラスチックを分解する部分とプラスチックに強く吸着する部分からなる。

この微生物の培養液にプラスチックビーズを添加し、しばらく放置した場合と、添加せずに放置した場合の遺伝子発現を比較した。その結果、特に遺伝子A、遺伝子B、遺伝子Cの発現量がプラスチックビーズを加えた場合に多くなっていた。遺伝子Aは分子量約90000のタンパク質を、遺伝子Bは分子量約70000のタンパク質を、遺伝子Cは分子量約30000のタンパク質をそれぞれコードしていた。

次に、それぞれの遺伝子を欠失した微生物を作成したところ、遺伝子A、遺伝子Bのいずれか1つを欠失しただけで酵素 $\alpha$ と思われる分子量約100000のタンパク質は確認できなくなり、プラスチック分解能力も失われることが判明した。遺伝子Cを欠失した場合、やはり酵素 $\alpha$ と思われる分子量約100000のタンパク質は確認できなくなったが、もとの微生物(野生型)よりも微弱ながらプラスチック分解能を示した。

問1 遺伝子Aを欠失した場合、遺伝子Bと遺伝子Cは転写されなくなった。遺伝子4はどのようなはたらきをするタンパク質をコードしているのかを40字以内で答えよ。

問2 遺伝子Bの塩基配列のうち1つだけに変異を加える操作を行った。同じ操作をくり返し行い、遺伝子Bのいずれかの塩基1つだけが他の塩基に置換された変異体群を作成した。それぞれの変異体は以下に示す①～⑤のいずれかの性質に分類できた。遺伝子Bはどのような機能をもつタンパク質をコードしているのかを40字以内で答えよ。

- ①野生型と同じように酵素 $\alpha$ を生産し、野生型と同じようにプラスチックを分解した。
- ②酵素 $\alpha$ と思われる分子量約100000のタンパク質が確認できたが活性はなく、プラスチックを分解しなかった。
- ③酵素 $\alpha$ と思われる分子量約100000のタンパク質が確認できたが、活性は微弱であり、プラスチック分解能が野生型より劣っていた。
- ④酵素 $\alpha$ と思われる分子量約100000のタンパク質が確認されず、プラスチック分解能が野生型より劣っていた。
- ⑤酵素 $\alpha$ と思われる分子量約100000のタンパク質が確認されず、プラスチックを分解しなかった。

問3 問2の④に分類されたすべての変異体を調べてみると、遺伝子B由来のタンパク質の特定のアミノ酸が別のアミノ酸に置き換わるような変異が起きていた。そのアミノ酸はシステインであった。システインはS(硫黄)を含むアミノ酸である。このことから問2の④の性質が生じた原因を160字以内で説明せよ。

問4 問2の⑤に分類された変異体のいくつかを選抜して遺伝子Bの産物である分子量約70000のタンパク質を確認しようとしたが、確認できなかった。なぜこのようなことが起こったのか、理由を120字以内で説明せよ。

問5 遺伝子Cについて問2と同様の実験を行ったところ、変異体群は問2の①～⑤のうち3つにしか当てはまらなかった。この3つを①～⑤から選べ。