

生 物 問 題

2004年度 早稲田大学理工学部

注 意 事 項

1. この問題冊子は、解答パターンがDおよびEの受験生に配付されます。
2. この試験では、この問題冊子、「物理・化学」の問題冊子、記述解答用紙（2種類）およびマーク解答用紙の計5種類を配付します。
3. 問題冊子および解答用紙は、試験開始の合図があるまで開かないで下さい。
4. 問題は2～3ページに記載されています。
5. 記述解答用紙については、所定欄（2か所）に受験番号および氏名を記入してください。
6. 解答は解答用紙の所定欄に、黒鉛筆（HB）またはシャープペンシル（HB）で記入してください。
7. 下書きは問題冊子の余白を使用してください。
8. 問題冊子は持ち帰ってください。
9. 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、答を解答欄に記入しなさい。

デオキシリボ核酸 (DNA) は、単糖 (デオキシリボース) に (X) と塩基が結合したヌクレオチドが多数つながってできている。DNA に含まれる塩基は、アデニン (A)、チミン (T)、グアニン (G)、シトシン (C) の4種類である。DNA の2本の鎖は塩基を内側にして並び、A と T、G と C が互いに水素結合で対になって結ばれ、全体は (Y) とよばれる立体構造をとっている。細胞に含まれる DNA の量は生物種ごとに異なっており、大腸菌の場合、細胞1個に含まれる染色体DNAの量は 4.0×10^6 塩基対である。また、大腸菌の染色体DNAに含まれる T の割合は、A、T、G、Cの総数の22%である。

大腸菌には、細胞内に染色体DNAとは別にプラスミドと呼ばれる小さな環状DNAをもつものがある。JM109株 (以下、野生株と呼ぶ) はプラスミドをもたない大腸菌であり、抗生物質であるペニシリンを含む培養液中では増殖しない。しかし、あるプラスミド (プラスミドP1と呼ぶ) をもつ大腸菌はペニシリンを含む培養液中で増殖できる。この大腸菌から取り出したプラスミドP1を野生株の細胞に導入したところ、プラスミドP1を安定に保持する大腸菌 (以下、T1株と呼ぶ) が得られた。このT1株はペニシリンを含む培養液中で増殖できた。また、T1株は「野生株が作らないタンパク質」を生産し、このタンパク質のアミノ酸配列を指定する遺伝子領域がプラスミドP1のDNAの塩基配列中に存在していた。

プラスミドP1に紫外線を1時間照射したのち、野生株の細胞に導入してみた。この処理をした細胞をペニシリンを含む培養液中で数日間培養したが、細胞は増殖しなかった。一方、ペニシリンを含まない培養液中では増殖した (問8)。

問1 X と Y にあてはまる最も適切な語句を記入しなさい。

問2 DNA のとなりあう塩基の間の長さを 3.4×10^{-10} m とすると、大腸菌の細胞1個に含まれる染色体DNAの長さは何mmと計算できるか。有効数字2桁で答えなさい。

問3 大腸菌の染色体DNAに含まれるシトシンの割合は何%であることを答えなさい。

問4 細胞内に見出される核酸として、DNAの他にリボ核酸 (RNA) もある。RNAがDNAと組成の上で異なる点を2つあげなさい。

問5 大腸菌についての以下の記述 (イ) ~ (ホ) から、正しいものをすべて選び記号で答えなさい。

- (イ) 大腸菌の染色体DNAは核内に存在する。
- (ロ) 大腸菌のDNAは一本鎖である。
- (ハ) 大腸菌はラン藻類と同じく原核生物である。
- (ニ) 大腸菌の細胞はヒトの細胞より小さい。
- (ホ) 大腸菌の細胞には細胞膜のほかに細胞壁がある。

問6 T1株に見出された「野生株が作らないタンパク質」の分子量が40,000であったとすると、このタンパク質を指定するDNA領域の長さは、塩基対としてどれくらいと見積もることができるか。計算式を示し、有効数字2桁で答えなさい。なお、アミノ酸残基の平均分子量を100として計算しなさい。

問7 T1株に見出された「野生株が作らないタンパク質」は、どのようなはたらきをしていると考えられるかを述べなさい。

問8 紫外線を1時間照射することでプラスミドP1にどのような変化が起こったと考えられるか。下線部の実験結果をもとにして、考えられる可能性を1つ述べなさい。

〔Ⅱ〕 以下の文章を読み，答を解答欄に記入しなさい。

スイートピーの花の色（紫と赤）に関する遺伝子と花粉の形（長花粉と丸花粉）に関する遺伝子とは互いに連鎖（問1）している。紫花で長花粉の個体と赤花で丸花粉の個体とを交配して得たF₁はすべて紫花で長花粉であった。つぎにF₁どうしを交配したところ，紫花で長花粉の個体と赤花で丸花粉の個体に加えて，紫花で丸花粉の個体および赤花で長花粉の個体が少数出現した（問2）。そこでF₁に対して検定交雑（問3）を行ったところ，紫花・長花粉（3,598個体），紫花・丸花粉（114個体），赤花・長花粉（109個体），赤花・丸花粉（3,609個体）の4種類の個体が得られた。

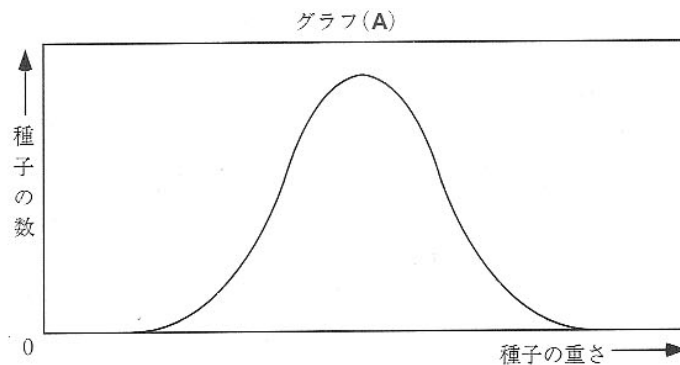
問1 連鎖している遺伝子と連鎖していない遺伝子との違いを，メンデル，染色体の2つの語句を用いて述べなさい。

問2 F₁どうしの交配で，紫花・丸花粉の個体および赤花・長花粉の個体が少数出現した理由を述べなさい。

問3 検定交雑の結果に関する以下の設問に答えなさい。

- (1) 表現型に基づいて計算される組換え価から，花の色と花粉の形の遺伝子について何がわかるかを述べなさい。
- (2) 組換え価を求める計算式を示し，得られた組換え価を百分率（%）で小数点以下2桁まで記入しなさい。

遺伝子型の異なるものが混ざっているインゲンマメの種子の重さを調べて，重さの分布を示すグラフ（A）を得た。このインゲンマメの種子から重いものと軽いものを選び，それぞれを自家受粉させた。その次の世代の種子の重さを調べたところ，親世代の種子が重いものからは子世代でも重い種子が多く得られ，軽いものからは軽い種子が多く得られた。重い種子のグループと軽い種子のグループのそれぞれについて，何代も同様に重さによる選択と自家受粉を繰り返して栽培した。数世代目に，多数の種子をグループごとに集めた。両グループから同じ数だけ種子をとり，各種子の重さを調べてその分布を示すグラフ（B）を得た（問5）。



問4 グラフ（A）は，集団内の個体の形質に見られるばらつきを表したものである。このようなグラフを一般に何と呼ぶか答えなさい。

問5 グラフ（B）としてどのような曲線が得られたか，考えられる曲線を図示しなさい。なお，解答欄の破線はグラフ（A）で示した曲線を表している。

〔以下余白〕