

平成17年度 東京大学教養学部前期課程(夏学期)

分子生命科学 B(正井 久雄 教官)

試験問題

問題は1～6まであります。解答は日本語、英語のどちらでも結構です。

問題1 タンパク質についての以下の文章を読んで下記の問いに答えなさい。

タンパク質はすべての生命機能を支える物質です。タンパク質はアミノ酸が (ア) で連結して形成されます。アミノ酸はその側鎖の性質により、大きく親水性アミノ酸と疎水性アミノ酸に分けられます。親水性アミノ酸はさらに、中性アミノ酸、塩基性アミノ酸、酸性アミノ酸に、疎水性アミノ酸は、脂肪族側鎖をもつアミノ酸、芳香族側鎖をもつアミノ酸、イオウを含むアミノ酸に分けられます。タンパク質のアミノ酸配列(これを一次構造という)は遺伝子の塩基配列により規定されており、転写、(イ)のステップを経て細胞内で合成されます。

- a) アとイに適切な語句を入れなさい。
- b) アミノ酸の基本的な化学構造を、側鎖を R としてかきなさい。(なお電離は考慮しなくてよい)
- c) イオウを含むアミノ酸を2種類あげなさい。
- d) タンパク質のリン酸化はタンパク質の機能を制御する上で重要な役割を果たすことがわかっていますが、真核細胞においてリン酸化を受ける主要なアミノ酸を3個上げなさい。
- e) タンパク質の高次構造のなかでも二次構造はタンパク質の形を作る上での柱と板のような役割を果たしますが、代表的な二次構造を2つあげなさい。
- f) タンパク質の合成には、仲介役として2種類のRNAが関与しますがそれらは何と呼ばれますか?また、それらのRNAの役割を簡単に述べなさい。

問題2 二本鎖 DNA を高温にさらすと二本の DNA 鎖は解離してらせん構造が破壊されます。これは、一般的に「DNA の変性」と呼ばれる現象です。これに関連して次の問いに答えなさい。

- a) 二本鎖 DNA の二重らせん構造を安定に維持している分子間の相互作用は何ですか? 二種類あげなさい。
- b) 温度を上昇する方法以外で、DNA を変性させる方法を一つ述べなさい。
- c) 多くの AT(アデニン-チミン)塩基対を含んでいる DNA 領域は温度が上昇するにつれてまず変性します。DNA 分子の化学構造に基づいて、なぜ AT 塩基対領域が最初に変性するかその理由について述べなさい。

- d) 再び温度を下げると、DNA 鎖は再アニール(塩基対を形成する)して、もともとの二本鎖 DNA が再形成されます。同時に、電子顕微鏡で観察すると、下に示したような形態を示す DNA 分子も形成されます。このような構造の DNA が同のような理由で形成されるのかのべなさい。



問題3 遺伝子の変異について次の問いに答えなさい。

- a) 変異はDNAの塩基配列が変化することによって起こります。変異体は、mutagen(変異を誘導する処理あるいは化学物質)により、野生型(すなわち変異に基づく表現型を示さない DNA の型)に戻ることがあります。これは復帰変異と呼ばれます。

さて、以下の mutagen は特徴的な変異を誘導することが知られています。

EMS(エチルメタンスルホン酸) : transition(CG[シトシン-グアニン塩基対]を TA[チミン-アデニン塩基対]に変化させる)変異を起こす。

プロフラビン: 一塩基の挿入あるいは欠失を誘導する。

紫外線 : 一塩基置換を誘導する(一つの塩基を別の塩基に置き換える)

大腸菌のメチオニン要求性変異体(すなわち培地内にメチオニンがないと生育できない変異体)をこれらの mutagen で別々に処理して、メチオニンを含まない培地にまきました。そして、この培地上で生育可能な大腸菌細胞をさがしました。(メチオニン要求性変異体はこの培地上では生育できないのでコロニーを形成しませんが、mutagen により野生型表現型に戻ってしまうとコロニーを形成できるようになります(これらの復帰変異体といえます))。こうしてこれらの mutagen により復帰変異体が取れてくるかどうかを調べました。結果は以下のとおりでした。

変異体の番号	処理した mutagen		
	EMS	プロフラビン	紫外線
# 1	+	-	+
# 2	-	+	-
# 3	-	-	-
# 4	-	-	+

(- は何も生えてこなかったこと、 + はコロニーが形成されたこと、すなわち復帰変異体が取れたことを示す。)

これらの結果から、それぞれの変異体に存在する変異の性質について何を推測できるかのべなさい。

b) 遺伝学者が大腸菌のある酵素タンパク質の多くの変異体のアミノ酸配列を解析しました。その結果、正常な(野生型)の酵素は 40 番目のアミノ酸の位置にグリシン(Gly)をもっていますが、6 種類の別々の変異体の 40 番目のアミノ酸は、以下のアミノ酸に置換されていることが明らかとなりました。

変異体#1 システイン(Cys)

変異体#2 バリン(Val)

変異体#3 セリン(Ser)

変異体#4 アスパラギン酸(Asp)

変異体#5 アルギニン(Arg)

変異体#6 アラニン(Ala)

以下の遺伝暗号コード表を参考にして、それぞれの変異体において起こった DNA の塩基置換について説明しなさい。

第1塩基	第2塩基				第3塩基
	U	C	A	G	
U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U
	UUC } Phe	UCC } Ser	UAC } Tyr	UGC } Cys	C
	UUA } Leu	UCA } Ser	UAA } 終止	UGA } 終止	A
	UUG } Leu	UCG } Ser	UAG } 終止	UGG } Trp	G
C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U
	CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg	C
	CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Gln	CGA } Arg	A
	CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg	G
A	AUU } Ile	ACU } Thr	AUU } Asn	AGU } Ser	U
	AUC } Ile	ACC } Thr	AAC } Asn	AGC } Ser	C
	AUA } Ile	ACA } Thr	AAA } Lys	AGA } Arg	A
	AUG } Met*	ACG } Thr	AAG } Lys	AGG } Arg	G
G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	U
	GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gly	C
	GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gly	A
	GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gly	G

参考：遺伝暗号コード表

問題4 培養動物細胞に増殖因子を添加すると細胞増殖(細胞分裂)が誘導されます。この増殖促進を阻害する薬剤が数多く知られています。これらの薬剤は細胞内のどのような因子を標的として増殖(細胞分裂)を阻害する可能性がありますか?考えられる可能性についてすべて列挙しなさい。

問題5 真核細胞の細胞周期は G1 期、S 期、G2 期、M 期という4つの phase を周期的に繰り返しつつ進行します。次の記述のそれぞれが、細胞周期の G1 期、S 期、G2 期、M 期のどれにあてはまるか示しなさい。記述は、細胞周期段階のいずれか、あるいはすべてに当てはまるかもしれないし、どれにもあてはまらないかもしれません。

- (a) 細胞の核 DNA が倍加する。
- (b) 核膜が、断片に分解する。
- (c) 姉妹染色分体(複製を終了した2個の染色体)が分離する。
- (d) 細胞は二度と細胞分裂をせず、この段階に停止したままかもしれない。
- (e) 植物細胞の主要な細胞壁が合成される。
- (f) 染色体は分散した、のびた染色糸として存在する。
- (g) これは、間期の一部である。
- ~~(h) 分裂期サイクリンのレベルが最も低い。~~ 削除
- (i) Cdk(サイクリン依存性キナーゼ)タンパク質が細胞内に存在する。
- (j) 細胞周期チェックポイントがこの段階に同定されている。

問題6 細胞内小器官について

この図は動物細胞を模式的に示したものです。この図を見ながら以下の問いに答えなさい。

- a) 細胞呼吸すなわち、糖の化学エネルギーを ATP の形に変換するという仕事を行う小器官の番号と名前を言いなさい。
- b) 遺伝子の大部分を含有している2は何と呼ばれますか？
- c) タンパク合成の場となっている6の構造体は何ですか？
- d) 2の中に存在する1の構造体では、6のサブユニットが合成されます。この構造体の名前は何ですか？
- e) 膜状の折りたたみ構造をもち、分泌タンパク質や膜合成される3の構造は何ですか？
- f) 5の小器官は3で合成される産物を修飾したり(糖類の付加など)、蓄積、あるいは分泌用に“箱詰め”したりします。この小器官の名前は何ですか？
- g) リソゾームの主な機能をのべなさい。
- h) 動物細胞にはないが植物細胞にある小器官を2つあげなさい。

