

## [生化学・分子生物学 I (基礎)] (全2題)

[問題1] タンパク質に関する以下の文章を読み、問A～問Cに答えよ。

タンパク質を構成するアミノ酸 (amino acid) はグリシン以外のすべてのアミノ酸に光学異性体があるが、タンパク質はすべて  型のアミノ酸で構成されている。タンパク質は酸性アミノ酸 (acidic amino acid) である , , 塩基性アミノ酸 (basic amino acid) である , , , 側鎖に水酸基 (hydroxyl group) を有する , , , その他、種々の非極性側鎖を有するアミノ酸が  結合と呼ばれる共有結合でつながった分子である。長くつながったポリペプチド鎖中ではアミノ酸の炭素原子を結ぶ共有結合 (C $\alpha$ -C や C $\alpha$ -N) で原子が自由に回転できるため膨大な数の折りたたみ (folding) ができる。これらの折りたたみには , ,  と呼ばれる非共有結合 (non covalent bond) が関与し、 や  のような二次構造 (secondary structure) を形成し、これらが集まってタンパク質の立体構造を構成している。それによりタンパク質は生体内で多様な機能を担うことができる。哺乳類のタンパク質の種類はおよそ 10,000 以上とされているが、その内約 1/  がリン酸化 (phosphorylation) されている。タンパク質のリン酸化では ATP の末端にあるリン酸基が  と呼ばれる酵素 (enzyme) によってタンパク質の , ,  の側鎖の水酸基に付加される。タンパク質にリン酸基が付加されるとリン酸基の負電荷により、コンフォメーション (conformation) が変化し、活性に大きな変化を与える。この仕組みはタンパク質の活性調整によく用いられている。リン酸基の除去は  と呼ばれる酵素が触媒する。

問A  ～  に適切な数値又は語句を入れよ。同じ語句を複数回用いてはならない。

問B 下線部に示したように、タンパク質は生体内で多様な機能を担う。モータータンパク質の例にならって構造タンパク質、輸送タンパク質、シグナルタンパク質に分類されるタンパク質名をそれぞれ2つあげ、各々の機能について、それぞれ簡潔に記述せよ。ただし、同じタンパク質の重複解答は認めない。

	分類	タンパク質	機能
例	モータータンパク質	ミオシン, ダイニン	ATP の加水分解によって生じる化学エネルギーを運動に変換し、細胞や組織の運動を司る。

問C 以下の表に示すような4種類の異なるタンパク質 (Protein #1 ~ #4) が 20 mM リン酸ナトリウム緩衝溶液 (pH 7.5) 中に混在して溶解している。これら Protein #1 ~ #4 は、翻訳後修飾を受けていない。以下の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

Protein ID	分子量	等電点	N末端15残基のアミノ酸配列 (一文字表記)	C末端15残基のアミノ酸配列 (一文字表記)
#1	12,304	4.9	MKPIEVTDQNFRETL	SNYQAKIEKHLPATA
#2	18,572	9.6	MTVTSLRAQENVEDS	EEYRLLFVPHHHHHH
#3	18,748	6.5	MEQVTKSVLFLVCLGN	CRAFLEKVRHHHHHHH
#4	134,267	4.6	MKKIWTSIVLTAVLL	QPVASTAQVAVAVPV

Protein ID	各 Protein に含まれるアミノ酸残基数(一文字表記)																			
	A	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	V	W	Y
#1	11	2	5	12	3	4	2	7	7	10	3	3	9	5	4	2	5	10	2	3
#2	9	4	6	13	4	11	11	8	15	16	3	2	5	2	15	8	5	7	2	11
#3	10	8	13	10	6	6	8	9	9	11	1	11	5	6	12	10	6	15	2	5
#4	90	3	83	62	39	92	17	55	59	78	15	65	102	34	26	90	90	103	40	72

アミノ酸の一文字表記と三文字表記の対応は下記の通りである。

A: Ala C: Cys D: Asp E: Glu F: Phe G: Gly H: His  
 I: Ile K: Lys L: Leu M: Met N: Asn P: Pro Q: Gln  
 R: Arg S: Ser T: Thr V: Val W: Trp Y: Tyr

Protein #1 ~ #4 を種々のクロマトグラフィー (chromatography) を用いて次のように単離精製した。はじめに, Protein #1 ~ #4 の混合試料を Ni キレートカラムにかけた。このとき, Protein A と Protein B はカラムに吸着せず, Protein C と Protein D がカラムに吸着した。次に Protein C と Protein D を, s を多く含む溶液を用いて溶出させた。続いて Protein A と Protein B を分子量の差によって分離するため t クロマトグラフィーを行ったところ Protein A が先に溶出した。Protein C と Protein D は、再び透析によって緩衝液を 20 mM リン酸ナトリウム緩衝溶液 (pH 7.5) に置換した。この状態で陰イオン交換クロマトグラフィーを行うと Protein C は素通りし, Protein D はカラムに吸着した。さらに溶離液の u の濃度を上昇させることによって,

Protein D を溶出させた。

- (1) s ~ u に当てはまる適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部について, Protein C と Protein D が Ni キレートカラムに吸着した理由を 30 字程度で述べよ。
- (3) Protein #1 ~ #4 の元素分析を行った。タンパク質 1 g あたりの硫黄 (sulfur) の含有量をもっとも少ない試料はどれか, 計算の過程を含めて答えよ。ただし、試料中の水等の不純物は完全に除去できていたものとする。
- (4) Protein A, B, C, D はそれぞれ, Protein #1 ~ #4 のどれに該当するか答えよ。

[問題2] 代謝に関する以下の文章を読み、問A～問Dに答えよ。

動物は他の生物を食物として摂取しエネルギー (energy) を得ている。食物中のタンパク質 (protein)、多糖 (polysaccharide)、脂肪 (fat) の分解は細胞外(ヒトの場合は主に小腸 (small intestine))または細胞内のリソゾーム (lysosome) という細胞小器官 (organelle) で行われ、それぞれ、構成成分の低分子有機物質に分解される。次いでこれらの低分子物質は細胞質 (cytoplasm) に入り食物分子分解の第2段階に入る。

糖質 (saccharide) は [a] と呼ばれる一連の反応によってグルコース (glucose) 1分子から2分子の [b] に変化する。その過程で2分子の [c] と2分子 [d] が得られる。[b] は細胞質から細胞小器官である [e] に運ばれ、酸化 (oxidation) されて [f] となり [g] 回路 (cycle) に入る。

脂肪は、糖質やタンパク質と比べて大きな代謝エネルギー (metabolic energy) を貯蔵することが出来る。さらに、糖質やタンパク質と比べると水和 (hydration) しにくいことも、エネルギーの貯蔵に有利に働く。代謝 (metabolism) の過程で、脂肪はまずリパーゼ (lipase) によって、[h] と [i] に分解される。[h] は肝臓 (liver) で糖代謝 (carbohydrate metabolism) の中間体 (intermediate) であるグリセルアルデヒド3-リン酸 (glyceraldehyde 3-phosphate) に変換される。[i] は、主に [e] で更なる変換を受ける。[c] の加水分解 (hydrolysis) エネルギーを利用して [i] より合成されたアシル CoA (Acyl-CoA)は、[d] や [j] を産生しながら酸化され、[f] と炭素原子が [k] 個減少したアシル CoA に分解される。炭素鎖長 (carbon chain length) が短くなったアシル CoA は、同様のサイクルで更に鎖長を短くしながら、[d]、[j]、[f] を産生する。この脂肪から生成された [f] も、[g] 回路に入る。[g] 回路は細胞の [l] 的条件下での代謝に関わる回路である。[f] がこの回路に入り1周すると最終生成物として2分子の [m] が放出される。その際、ここでも電子運搬体 (electron carrier) である [d] や [j] が生じる。[d] と [j] は他の分子の酸化で得た電子 (electron) を電子伝達系 (electron transport system) に渡す。

問A [a] ～ [m] に入る最も適切な語句または数値を答えよ。

問B 下線部に関して、高分子物質の分解が細胞外やリソゾームで行われる理由を述べよ。

問 C  の化学式を書け.

問 D リノール酸とステアリン酸は、ともに炭素数 18 の脂肪酸であるが、分子量はリノール酸が 4 小さい。いま、同じ細菌を、20 °C と 37 °C で生育させたときでは、リノール酸のステアリン酸に対する比が高いのはどちらか、理由とともに答えよ。なお、この細菌は 20 °C でも 37 °C でも生育可能である。