

18 生物工学部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 真核生物における分泌タンパク質のN-結合型糖鎖修飾に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① N-結合型糖鎖は分泌タンパク質のアスパラギン残基に付加される。
- ② N-結合型糖鎖の付加は、まず最初に小胞体においてオリゴ糖が付加されることで開始される。
- ③ N-結合型糖鎖は分泌タンパク質が小胞体膜を通過して折りたたまれたのち付加される。
- ④ N-結合型糖鎖を構成する糖としてマンノースやN-アセチルグルコサミンが知られている。
- ⑤ N-結合型糖鎖の構造は分泌タンパク質の細胞内輸送の過程において様々な修飾を受けて変化する。

I-2 ミトコンドリアに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ミトコンドリアは、活発に分裂と融合を繰り返している。
- ② ミトコンドリア外膜と内膜の間の膜間腔のpHが約7であるのに対し、マトリックス内のpHは約8であり、このH⁺濃度勾配を利用してATPが合成される。
- ③ ミトコンドリアマトリックスで合成されたATPは、内膜に存在するアデニンヌクレオチド輸送体によって運び出される。
- ④ ミトコンドリアゲノムの大きさは、ヒトよりも酵母や植物の方が大きい。
- ⑤ ミトコンドリアタンパク質の大部分は核にコードされており、それらのmRNAは細胞質で合成されたのちミトコンドリアに輸送され翻訳される。

I-3 インスリンに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① インスリンは膵臓で作られる、グルコースの取り込みを促進するホルモンである。
- ② インスリンは、のちにノーベル賞を受賞するカナダのバンティングらによって発見された。また、イギリスのサンガーはインスリンの全アミノ酸配列を決定し、この業績によりノーベル賞を受賞した。
- ③ ヒトインスリンはブタインスリンと比べて1アミノ酸のみ異なる。このためインスリンを用いた初期の糖尿病治療にはブタインスリンが用いられた。
- ④ インスリンは前駆体として合成されたのち、A鎖とB鎖の2本のポリペプチドからなる成熟型に変換されるが、両者はジスルフィド結合で連結されている。
- ⑤ インスリンは細胞膜上の受容体に結合することでその細胞内領域のセリン・スレオニンキナーゼを活性化し、細胞内に情報を伝達する。

I-4 ABC輸送体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ABC輸送体は、真核生物に固有の膜輸送体である。
- ② ABC輸送体は、細胞内にATP結合及び加水分解に関わるドメインを持ち、ATPの加水分解によって生じるエネルギーを利用して物質を膜輸送する。
- ③ ABC輸送体によって輸送される物質にはアミノ酸や糖なども含まれる。
- ④ がん細胞の多剤耐性に関わるMDR輸送体もまたABC輸送体の一種である。
- ⑤ 嚢胞性線維症の原因遺伝子の産物は、上皮細胞において塩化物イオンチャンネルとして機能する。

I-5 ゲルろ過クロマトグラフィーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① サイズ排除クロマトグラフィーの一種である。
- ② タンパク質や酵素、核酸、多糖類などの生体高分子の分離精製や脱塩、緩衝液の交換、サンプルの濃縮などに利用される。
- ③ 一般に細長い分子は球状の分子に比べて早く移動する。
- ④ 分離には多孔性の非イオン性ゲルが用いられ、ゲルの三次元的網目構造内に入ることができない大きい分子は速く溶出し、網目に入ることのできる分子は小さいほど遅れて溶出する。
- ⑤ 一定分子量以上の溶質はすべて同じ液量（ゲル粒子間の空隙の全体積に等しい液量）で溶出するが、この分子量限界を排除限界と呼ぶ。

I-6 テロメア及びテロメラーゼに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① テロメラーゼは造血幹細胞や生殖細胞など盛んに増殖が必要な細胞に加え、多くの体細胞で発現している。
- ② テロメアの配列は特徴的な短い塩基配列の繰り返しで構成されている。
- ③ 細胞分裂を繰り返すことによりテロメアは短くなっていく。
- ④ テロメアは染色体の両末端に存在する。
- ⑤ テロメラーゼはテロメアの短小化を抑制している。

I-7 カルタヘナ法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 分化能を有する、又は分化した細胞等（個体及び配偶子を除く）であって、自然条件において個体に成育しない動植物細胞等で個体に成育できないものにあつては、カルタヘナ法では対象外となる。
- ② セルフクローニング又はナチュラルオカレンスであるかどうかの判断を論文等の科学的な根拠に基づいて事業者自らの責務のもとに判断した。
- ③ 遺伝子組換え生物を展示するだけの場合、カルタヘナ法の対象とならない。
- ④ GILSP自動化リストに該当するか否かについて疑義があつたので、関係先に問い合わせた。
- ⑤ 挿入DNAの由来生物種が宿主と同じで、ベクターのみに由来生物種の異なるマーカー遺伝子が挿入されている場合は、セルフクローニングとは解することはできない。

I-8 気泡通気攪拌培養における酸素供給に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 細胞の成育に必要な物質の中で酸素は水への溶解度が小さいため、好気培養においては培養液への酸素の供給が問題となることが多い。
- ② 気泡から培養液への酸素供給においては、通常は気相側と液相側の両方の境膜抵抗を考慮する必要がある。
- ③ 気泡通気攪拌槽における酸素移動速度は、気泡酸素分圧と平衡な溶存酸素濃度と培養液中の溶存酸素濃度の差と酸素移動容量係数 ($k_L a$) の積である。
- ④ $k_L a$ の単位は、時間の逆数である。
- ⑤ 通気攪拌槽において $k_L a$ を大きくするためには、通気量の増大、気泡の微細化、攪拌回転数の増大などが有効である。

I-9 フローサイトメトリーによる細胞解析に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① フローサイトメトリーは、微粒子から微生物、動物細胞、原生動物まで広く適用できる。
- ② 入射するレーザー光に対する前方の散乱光は、主に対象物の大きさに関する情報を与える。
- ③ 入射するレーザー光に対する側方の散乱光は、主に対象物の個数に関する情報を与える。
- ④ フローサイトメトリーで良く用いられるFITCは黄緑色の蛍光を発する。
- ⑤ 低分子の蛍光色素だけでなく、GFPのような蛍光タンパク質も用いることができる。

I-10 胚性幹細胞（ES細胞）や人工多能性幹細胞（iPS細胞）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 細胞株樹立時に、iPS細胞は一般に遺伝子導入が必要であるが、ES細胞では必要ない。
- ② ES細胞に比べiPS細胞は倫理上の問題が小さい。
- ③ iPS細胞では免疫拒絶の回避が可能であるが、ES細胞では極めて困難である。
- ④ 特定の組織臓器細胞への分化誘導には、通常は発生過程を培養下で模倣した手法がとられる。
- ⑤ 移植医療において、iPS細胞では残存未分化細胞による腫瘍形成のリスクがあるが、ES細胞ではない。

I-11 生体成分の質量分析法（マスペクトロメトリー，MS）に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① MSでは，物質のイオン化傾向と質量の比による運動性の差異に基づいて，物質を分析する。
- ② MSによる検出では，物質を気相中にイオン化する必要がある。
- ③ 一般に生体成分の分析においては，検出前にガスクロマトグラフ（GC）や液体クロマトグラフ（LC）などで分離を行うことが多い。
- ④ 一段目の質量検出器で特定の物質を選択し開裂させ，二段目の質量分析器で検出する手法はMS/MS法と呼ばれ，共存物の影響を大きく軽減できる。
- ⑤ メタボローム解析では，GCやLCのほかキャピラリー電気泳動が，MSと組合せて用いられる。

I-12 反応器のスケールを大きくして製品の生産規模を拡大することをスケールアップと呼ぶが，スケールアップの一般例に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① 製品量当たりの原料費は減少する。
- ② 攪拌型反応器の攪拌翼の回転数はスケールアップに伴って高く設定される。
- ③ 製品量当たりの労務費は減少する。
- ④ 反応器で製造できる製品量は反応器の容積に比例する。
- ⑤ 反応器の設備費は反応器の容積の2/3乗に比例する。

I-13 マイコプラズマに関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① ヒトに感染して肺炎を起こすことがある。
- ② 検出法としてDNA染色（Hoechst33258）を用いることがある。
- ③ 細胞壁をもたないので多形態性を示す。
- ④ マイコプラズマの汚染を防ぐため培地のろ過滅菌には0.22 μm フィルターを用いる。
- ⑤ 感染細胞の増殖速度が低下するなど目に見える影響が現れることは少ない。

I-14 典型的な培養中の生菌体濃度の経時変化の順序に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 誘導期 → 対数期 → 静止期 → 減速期 → 死滅期
- ② 静止期 → 誘導期 → 対数期 → 減速期 → 死滅期
- ③ 誘導期 → 対数期 → 減速期 → 死滅期 → 静止期
- ④ 誘導期 → 対数期 → 減速期 → 静止期 → 死滅期
- ⑤ 誘導期 → 静止期 → 対数期 → 減速期 → 死滅期

I-15 次のうち、工業生産の現場における排水処理の検討に当たって、水質汚濁防止法に基づく一律排水基準を満たすために調査すべき主な項目として、最も不適切なものはどれか。

- ① ノルマルヘキサン抽出物質
- ② SS
- ③ pH
- ④ 病原性大腸菌数
- ⑤ BOD

I-16 下水汚泥の有効利用に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 下水汚泥には有機分をはじめとして窒素、リン、カリウム等の有用成分が含まれており、肥料や土壌改良材に好適である。
- ② 汚泥の減量化、安定化を目的とした汚泥消化処理における過程でメタンを主成分とする消化ガスが発生し、消化ガスを用いた発電システムの導入が進められている。
- ③ 下水汚泥は含水率が低く、発熱量の高い燃料としての価値が高く、温暖化ガス排出量を大幅に低減できる。
- ④ 下水汚泥は減容化、衛生処理等の観点から焼却処理されている場合が多いが、近年は小型蒸気発電機やバイナリー発電機が上市され、焼却工程から熱を回収して発電を行うことも可能となっている。
- ⑤ 脱水汚泥や乾燥汚泥はセメント資源化されて利用される。また、汚泥焼却処理後の焼却灰は土木建設資材として利用される場合が多い。

I-17 環境中の微生物付着に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 通常の条件（約pH7）では、微生物の細胞表面は負に帯電しているため、土壌粒子表面とは静電的に反発している。両者間に働く静電的反発力と分子間力のどちらが大きいかによって微生物細胞の土壌粒子への付着が決まる。
- ② 微生物細胞と土壌粒子間の溶液中の塩濃度が高いと、静電的相互作用が強くなる。
- ③ 微生物付着の強さ・速度は、イオン強度によっても変化する。
- ④ 微生物細胞の表面荷電は、pHによっても変化する。
- ⑤ 微生物細胞の表面にポリマー層が形成されると、表面電位が桁違いに小さくなり、静電的相互作用も非常に小さくなる。

I-18 バイオエネルギーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① エタノール発酵の基質は単糖であり、酵母*Saccharomyces cerevisiae*の場合は通常、グルコースである。
- ② メタン発酵は有機性廃棄物が基質として使われ、省エネルギー性が高く、高濃度、高含水率の廃水にも対応でき、除去有機物量当たりの余剰汚泥量が少ない。
- ③ 水素発酵は糖質やタンパク質などが基質として使われ、ヒドロゲナーゼ、ギ酸水素リアーゼ、ニトロゲナーゼなどの酵素による生産経路が知られており、水素生産の効率化が進められている。
- ④ 水素生産の効率化では、有機酸や低級アルコール等の代謝産物による収率低下を防ぐため、偏性嫌気性菌*Clostridium tyrobutyricum*がもつ酪酸生産経路を破壊することで野生株の約2倍の収率向上に成功している。
- ⑤ 微細藻類による油脂の生合成では*Botryococcus braunii*が代表格であり、最近10倍以上の生産効率をもつ微細藻類として*Aurantiochytrium*が注目されている。

I-19 汚染微生物指標に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 病原微生物類の中には通常の塩素消毒によっては死滅しないものがあり、安全性が問題となっている。
- ② 大腸菌は家畜や健康な人の腸内にも存在しており、ほとんどのものは無害であるものの、いくつかのものは、人に下痢を起こす病原性大腸菌である。
- ③ 近年の水質事故で著名な微生物はO157とクリプトスポリジウムなどである。
- ④ クリプトスポリジウムは病原性細菌の一種で、感染すると激しい下痢症状を引き起こす。
- ⑤ O157は、赤痢菌より感染力は弱いですが、食中毒菌の腸炎ビブリオやサルモネラと比較すると、感染力は高い。

I-20 生物学的リン除去に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ポリリン酸蓄積細菌は、嫌気環境下ではポリリン酸を加水分解してエネルギーを得ると同時に、生成したピロリン酸を細胞外に放出する。
- ② ポリリン酸の加水分解によって得られたエネルギーにより、排水中の有機物はポリヒドロキシアルカン酸などの菌体内蓄積物質に変換される。
- ③ 好気的な環境下になると、嫌気条件下で細胞内に蓄積された有機物の一部を酸化したときに生成するエネルギーにより細胞外のリン酸が取り込まれ、ポリリン酸に変換される。
- ④ 嫌気条件下で放出されたリン酸よりも過剰量のリン酸が取り込まれるため、ポリリン酸を蓄積した菌体を余剰汚泥として回収すれば、排水中からリンを除去できる。
- ⑤ BOD濃度が低い状態で長時間曝気を続けると内生呼吸のためにリンが溶出するので、曝気時間を適正に保つことが重要である。