

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 カラム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 ゲルろ過クロマトグラフィーでは、分子量の大きな分子から先に溶出される。
- ② 疎水性クロマトグラフィーは、タンパク質表面の疎水性部分と担体上の疎水性基間の結合力を利用した分離法であり、移動相の塩濃度を低下させることで目的の分子を溶出する。
- ③ 逆相クロマトグラフィーでは、通常、移動相としてヘキサン、酢酸エチルなど、固定相よりも極性の低い溶媒が用いられる。
- ④ 陰イオン交換クロマトグラフィーは通常、目的タンパク質の等電点よりも高いpHで行う。
- ⑤ アフィニティクロマトグラフィーには、目的タンパク質に人為的に付加したポリヒスチジンタグを利用したものなどが知られている。

I-2 細胞の自食作用（オートファジー）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① オートファジーでは、ミトコンドリアのような大きなオルガネラの分解も起こることが知られている。
- ② オートファジーは栄養飢餓で誘導されるが、それは自己の細胞成分を分解し、その分解産物を栄養素として再利用するためであると考えられている。
- ③ オートファジーは多細胞生物だけでなく、酵母のような単細胞真核生物でも起こることが知られている。
- ④ 哺乳動物では、出生直後に母親の胎盤からの栄養供給が絶たれるため一種の飢餓状態となり、オートファジーが著しく亢進することが知られている。
- ⑤ オートファジーでは、デスモソームと呼ばれる細胞内膜構造が伸長して細胞質成分を取り囲み、分解することが知られている。

I-3 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 ミトコンドリアゲノムの大きさは、ヒトよりも酵母や植物の方が大きい。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

I-4 次のウイルスのうち、培養細胞に遺伝子を導入するためのベクターとして最も不適切なものはどれか。

- ① アデノウイルス ② アデノ随伴ウイルス ③ ジカウイルス
- ④ パピローマウイルス ⑤ レンチウイルス

I-5 次のうち、カルタヘナ法の対象に該当しないものの組合せはどれか。

- ① 遺伝子組換え生物の販売、繁殖力の強い外来植物、変異誘発剤処理で得た突然変異生物
- ② プラスミドを導入した培養細胞、繁殖力の強い在来植物、ヒトの胚細胞
- ③ 遺伝子組換え生物の展示、プラスミドを導入した培養細胞、ES細胞
- ④ ES細胞、クローン動物、異なる科に属する植物同士の細胞融合雑種植物
- ⑤ サルモネラ菌の遺伝子を導入した大腸菌、遺伝子組換え植物、ヒトの培養細胞

I-6 次のうち、薬剤とその主たる作用機序に関する組合せとして最も不適切なものはどれか。

薬剤	作用機序
① アンピシリン	細胞壁合成阻害
② クロラムフェニコール	タンパク質合成阻害
③ ミカファンギン	細胞壁合成阻害
④ テトラサイクリン	RNA合成阻害
⑤ カナマイシン	タンパク質合成阻害

I-7 次世代シーケンサーを用いたゲノム解析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 次世代シーケンサーを用いたキュウリゲノムやパンダゲノムなど新規ゲノム解析が行われた。
- ② ゲノムの既知配列を多数の個体で解読し多型解析を行うリシーケンシングや、タンパク質をコードしている領域やゲノムの特定領域だけの配列解析を行うターゲットリシーケンシングなどが行われている。
- ③ 腸内細菌叢（腸内フローラ）や、土壌や海水など環境中の細菌叢のゲノムを、微生物集団ごと解析することをメタゲノム解析という。
- ④ 次世代シーケンサーを用いたRNAの網羅的発現解析は、RNA-Seqと呼ばれる。
- ⑤ 次世代シーケンサーによるDNAアセチル化部位の解析の1つには、バイサルファイトシーケンシング法がある。

I-8 灌流培養と呼ばれる培養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 新鮮な培地が常に供給される。
- ② 流加培養に比べ、生産物濃度を高くすることができる。
- ③ 回分培養に比べ、雑菌などの汚染の可能性が高い。
- ④ 回分培養に比べ、培地成分を一定に維持できる。
- ⑤ 代謝産物を含む培養液が常に取り出される。

I-9 発酵槽において酸素移動容量係数 $k_L a$ の値は種々の物理的、化学的因子の影響を受ける。影響する因子として最も不適切なものはどれか。

- ① 温度 ② 有機物濃度 ③ 攪拌速度 ④ 溶存酸素濃度 ⑤ 液の粘度

I-10 次のうち、細胞周期の順番として最も適切なものはどれか。

- ① G1期→S期→G2期→M期→G1期
- ② G1期→S期→M期→G2期→G1期
- ③ G1期→M期→G2期→S期→G1期
- ④ G1期→M期→S期→G2期→G1期
- ⑤ G1期→G2期→S期→M期→G1期

I-11 間葉系幹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 浮遊系の細胞であるため、輸注により細胞移植ができる。
- ② 移植すると、患者の血管再生に効果がある。
- ③ 骨髄や脂肪組織、臍帯血、胎盤等から採取できる。
- ④ 骨や軟骨などの組織への分化能に優れている。
- ⑤ 様々な増殖因子やサイトカインを分泌できる。

I-12 水相におけるタンパク質のバイオマテリアルへの吸着現象に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 静電的相互作用は、タンパク質のマテリアルへの吸着に大きく寄与する。
- ② タンパク質のマテリアルへの吸着量は、一般にタンパク質の等電点で最小となる。
- ③ 疎水性相互作用は、タンパク質のマテリアルへの吸着に大きく寄与する。
- ④ 一般に親水性のマテリアル上に比べ、疎水性のマテリアル上では、吸着したタンパク質の変性が大きい。
- ⑤ 血栓の形成されやすさは、血漿タンパク質の吸着と密接な関連がある。

I-13 培養プロセス管理のための計測に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 培養の変化をリアルタイムで把握できるため、プロセス管理にはオンライン計測が望ましい。
- ② リアルタイム計測を行うことで、最終製品の品質管理を行う手法をProcess Assisting Technology (PAT) と呼ぶ。
- ③ ソフトウェアセンサーとは、リアルタイム計測できない項目を、リアルタイム計測可能な項目の計測値から、数理的手法で推定する手法である。
- ④ オフライン計測では、リアルタイム計測より多くの項目の測定が可能となる。
- ⑤ オフライン計測では、サンプリングの際に雑菌汚染のリスクがある。

I-14 次のうち、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs条約）の対象物質ではないものを含む組合せはどれか。

- ① ポリ塩化ビフェニル（PCB）、ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）
- ② ノニルフェノール、ビスフェノールA
- ③ ヘキサクロロベンゼン、ジクロロジフェニルトリクロロエタン（DDT）
- ④ ダイオキシン類、リンデン（ γ -ヘキサクロロシクロヘキサン）
- ⑤ ディルドリン（ドリン系農薬）、ペンタブロモジフェニルエーテル

I-15 近年、注目されている生物学的な窒素変換反応であるアナモックスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 亜硝酸化工程では排水中のアンモニア性窒素の約半量を亜硝酸性窒素に変換すればよいため、曝気動力を半分以下に削減できる。
- ② アナモックス菌は独立栄養細菌であるため、メタノールなどの脱窒用有機物の添加が不要である。
- ③ アナモックス菌は菌体収率が低いため、余剰汚泥の発生量が非常に少ない。
- ④ 脱窒速度が非常に速いため、高負荷処理が可能となり槽容量を縮減できる。
- ⑤ アンモニア性窒素濃度が低く、有機物濃度が高い排水に適しているため、現在、産業排水などへの適用が進められている。

I-16 微生物脱臭に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 微生物脱臭によって炭素を含む悪臭物質を除去するには、それを炭素源として分解・生育する微生物群が必要であり、最終的には二酸化炭素と水にまで分解される。
- ② アンモニアや硫化水素などの窒素化合物、硫黄化合物の場合には、化学合成独立栄養生物により還元力として利用され、最終的に酸化物の硝酸や硫酸が生成する。
- ③ 土壌脱臭法は、臭気を土壌中に通気し、吸着・吸収させた臭気成分を土壌微生物により分解させる手法で、運転費が安く、維持管理も比較的容易である。
- ④ 充填塔式生物脱臭法は、微生物充填担体を充填塔に詰め、そこに臭気を通して微生物で分解させる手法で、中～高濃度の腐敗臭の処理に適している。
- ⑤ 活性汚泥曝気法は、スクラバー方式により洗浄液に活性汚泥液を用いて臭気を生物分解させる手法で、余剰活性汚泥を入手できる施設ではメリットが大きい。

I-17 生物を利用した重金属浄化方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 金属イオンを沈殿させる手法をバイオプレシピテーション、金属イオンを吸着・蓄積する手法をバイオソープションやバイオアキュミュレーションといい、研究開発が進められている。
- ② 硫酸還元菌は、嫌気的環境下において酸素の代わりに硫酸イオンを最終電子受容体とした硫酸呼吸を行い、還元した硫化物イオンが重金属陽イオンと結合して硫化物沈殿を析出させる。
- ③ 重金属陽イオンを強力に吸着することができる生体由来ポリマーとしてリポ多糖のメタロチオネインを用いる方法が研究されている。
- ④ 重金属を濃縮するマリーゴールドなどの植物は、ハイパーアキュムレーターと呼ばれ、ファイトレメディエーションによる重金属浄化が期待されている。
- ⑤ 一般的な土壌にはシアン分解菌として *Pseudomonas* 属や *Clostridium* 属などの土壌常在菌が同定されており、低濃度の炭素源を加えるバイオスティミュレーションでシアン分解が促進されることが知られている。

I-18 水処理の際の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 汚泥容量指標（SVI）とは汚泥の沈降性を示す指標で、エアレーションタンク内汚泥混合液を、30分間静置して活性汚泥を沈降させた場合に汚泥1 gが占める容積[mL]を表す。200を超えると汚泥が処理水中に流出するおそれが出てくる。
- ② BODは生物化学的酸素要求量であり、水中の好気性の微生物により消費される酸素量のこと、BOD濃度の単位は[mg/L]で表される。アンモニア性窒素及び亜硝酸性窒素の特異的微生物による酸素消費をN-BODとして、有機物指標であるBODと分けて測定することがある。
- ③ BOD容積負荷は、エアレーションタンク容積[m³]当たり1日に流入するBOD量[kg]で表される。一般に産業排水の場合、BOD除去率90%以上を得るためには、BOD容積負荷として0.5～1程度の数値が採用されている。
- ④ 懸濁物質（SS）は、網目2 mmのふるいを通した試料の適量を孔径1 μmの活性炭繊維ろ紙でろ過したとき、ろ紙に捕そくされる物質で、試料1 L中のmg数の濃度で表す。
- ⑤ 溶存酸素（DO）とは水中に溶けている酸素のこと、大気圧下で20℃の水には、8.8 mg/Lの酸素が溶ける。生活排水や産業排水が多く流れ込む河川では、多量に存在する有機物を微生物が酸素を消費して活発に酸化するため、DOが低くなる傾向がある。

I-19 生分解性プラスチックに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 天然由来の生分解性プラスチック原料としては、デンプンやセルロース、キトサンが用いられているが、物性に問題があることも多いため他の高分子とのブレンドで用いられることも多い。
- ② コハク酸と1,4-ブタンジオールを重合させたポリブチレンサクシネート（PBS）は、石油化学製品由来の原料の重合体であっても、生分解性プラスチックである。
- ③ 生分解性プラスチックとして、ある種の微生物が細胞外に産生するポリ[(R)-3-ヒドロキシブチレート]が知られている。
- ④ 生分解性機能も有するポリ乳酸は、原料のモノマーが乳酸発酵で生産可能であり、バイオマスプラスチックとしても重要である。
- ⑤ 合成高分子系の生分解性プラスチックは大部分がポリエステル系である。

I-20 環境中の微生物集団を分離培養することなく、その種類や分布を解析する手法として、最も不適切なものはどれか。

- ① MALDI-TOF MS ② DGGE ③ SIP ④ FISH ⑤ T-RFLP