

【18】 生物工学部門

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 ヒトの体を構成する次の元素のうち、重量比で最も少ないものはどれか。

- ① 水素 ② カルシウム ③ 炭素 ④ カリウム ⑤ 窒素

Ⅲ-2 DNAの複製に関する次の記述の下線部について、誤っているものの数はどれか。

原核生物では、複製開始点 (ori) が1箇所あり、ここから複製フォーク は両側へ向かって進行する。原核生物のDNAは環状なので反対側で出会い，ここに複製終了点 (ter) がある。複製開始から終了に至る1つの単位をレプリコン という。

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4

Ⅲ-3 次のうち、植物ホルモンとその作用の組合せとして最も不適切なものはどれか。

- ① オーキシシン : 細胞成長の促進
② サイトカイニン : 細胞分裂の促進
③ ジベレリン : 発芽の促進
④ アブシジン酸 : 種子の成熟と休眠
⑤ エチレン : 傷害応答

Ⅲ-4 バイオリアクタ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 最近では、微生物反応器や固定化酵素反応器に加え、動植物細胞の培養を行う反応器もバイオリアクターと呼ばれている。
② 連続式バイオリアクターは、連続的に培地を注入し、連続的に培養液を引き抜く方式である。
③ ロール式バイオリアクターは、外筒を回転させ筒内に通気する方式で、酵母の培養に最適である。
④ ろ過式バイオリアクターは、ろ過装置をリアクター内に設置し、分離をリアクター内で行う方式である。
⑤ 固定化式バイオリアクターは、菌体あるいは酵素をゲル担体などに固定化し、反応を行わせる方式である。

Ⅲ－５ 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 ゲル濾過クロマトグラフィーは、タンパク質の分子量分画に用いられる。
- ② イオン交換クロマトグラフィーでは、目的溶質と競合して交換体荷電基を占拠するイオンの濃度を下げることにより目的溶質が溶出される。
- ③ 疎水性クロマトグラフィーでは、溶出液の塩濃度を下げるとタンパク質などが溶出される。
- ④ アフィニティークロマトグラフィーでは、抗原と抗体のような互いに親和性を持つ物質をリガンドとして充填剤に固定する。
- ⑤ クロマトフォーカシングは、タンパク質などを等電点の差によって分離する方法である。

Ⅲ－６ 次のうち、発酵食品と関連微生物の組合せとして最も不適切なものはどれか。

- ① 醸造酢 : 酵母
- ② チーズ : 乳酸菌
- ③ パン : 酵母
- ④ 日本酒 : コウジカビ
- ⑤ 醤油 : コウジカビ

Ⅲ－７ 抗生物質に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 1928年にフレミングが、最初の抗生物質であるペニシリンを青カビから発見した。
- ② ワックスマンが放線菌から発見したストレプトマイシンは、結核の特効薬として注目された。
- ③ ペニシリンなどのβ-ラクタム系の抗生物質は、細菌のタンパク質合成を阻害する。
- ④ ストレプトマイシンなどのアミノグリコシド系の抗生物質は、タンパク質合成での翻訳過程を阻害するものが多い。
- ⑤ ナイスタチンなどのポリエン系抗生物質は、物質透過などの細胞膜障害を起こすものが多い。

Ⅲ－８ 生物学的排水処理法に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

排水中の有機化合物を空気や酸素を吹き込みつつ分解する方法は a と呼ばれている。この方法では主に好気性細菌とツリガネムシなどに代表される b の組合せにより有機物を分解する。 a で処理された排水はBODが低下するが、 c は必ずしも低下しない。排水を嫌氣的に処理することで排水中の有機物を水素やメタンにまで分解する方法は d と呼ばれる。一方、東南アジアなどで用いられている排水処理法に人工湿地法がある。これは e と呼ばれる池を利用するものであり、排水はこの池で自然の浄化力によって分解処理される。

	a	b	c	d	e
①	UASB法	藍藻	COD	活性汚泥法	ラグーン
②	活性汚泥法	原生動物	SS成分	UASB法	浸水ろ床
③	生物膜濾過法	藍藻	COD	活性汚泥法	クラリファイヤー
④	活性汚泥法	原生動物	COD	UASB法	ラグーン
⑤	UASB法	原生動物	SS成分	活性汚泥法	クラリファイヤー

Ⅲ－９ 次のうち、無機窒素の循環との関連が最も少ないものはどれか。

- ① 大気中の窒素 ② アンモニア ③ 硝化細菌
④ 脱窒(素)細菌 ⑤ 硫酸塩

Ⅲ－10 バイオレメディエーショ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 生物を利用して汚染された環境を修復することである。
② 有機溶剤、農薬などの汚染除去に適用される。
③ 空気を送り込み汚染物質を分解することをバイオスパージングという。
④ 植物を利用した環境修復をファイトレメディエーションという。
⑤ 他所から分解菌などを導入して浄化することをバイオスティミュレーションという。

Ⅲ－11 循環型社会の構築に向けて、微生物を用いた有機廃棄物のコンポスト化が行われているが、有機廃棄物のコンポストの製造や農耕地への施用における利点と欠点に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 堆肥中の有機炭素の大部分は、土壤微生物による分解を受けて、廃棄物を焼却した場合と同様に二酸化炭素として大気中に放出される。
- ② 重金属による土壤汚染の可能性を考慮する必要がある。
- ③ 化学肥料の削減効果がある。
- ④ 焼却処分に比較して多額の設備維持費や運転経費を要する。
- ⑤ 硝酸イオンやリンによる環境汚染を防ぐことができる。

Ⅲ－12 次のうち、排水浄化に関する活性汚泥法の機能として最も不適切なものはどれか。

- ① 有機物の酸化及び同化
- ② フロックの良好な沈殿・分離
- ③ 脱リン
- ④ 硝化・脱窒
- ⑤ 汚泥の嫌気発酵

Ⅲ－13 アナモックス法に関する次の記述の下線部のうち、最も不適切なものはどれか。

新規の窒素除去法として注目されているアナモックス法は、従来の窒素除去法とは全く異なり、① 嫌気条件下で② アンモニアと③ 硝酸を反応させ④ 窒素ガスとして除去する方法である。この反応はアナモックス菌という⑤ 独立栄養性の微生物が担い、このアナモックス法を汚水中からの窒素除去に適用すると、より低コストかつ維持管理が容易になると期待されている。

Ⅲ-14 燃料用エタノール生産の実用化に当たっての目標として、最も不適切なものはどれか。

- ① 食糧と競合しない発酵原料からの生産
- ② 生デンプン糖化酵素を利用して、デンプン糖化に先立つ蒸煮を省略するなどの手段による省エネルギー化
- ③ 発酵熱の除去に必要な冷却エネルギーを削減するための凝集性発酵菌の育種
- ④ 仕込みの糖濃度を高くし、生成エタノール濃度を高めるための高濃度糖及びエタノール耐性菌の育種
- ⑤ 廃糖蜜等の多量の無機塩を含む基質を発酵できるような耐塩性発酵菌の育種

Ⅲ-15 ゲノムに関する次の(ア)～(オ)の記述について、正しいものの数はどれか。

- (ア) ゲノムとは、1つの生物が持つすべての遺伝情報のセットの最小単位を定義する用語であり、二倍体の生物種では、半数の常染色体と性染色体を合わせたものに相当する。
- (イ) ゲノムサイズと染色体数や遺伝子数は比例関係にあり、ゲノムの大きさが同等であれば生物種が異なっても染色体数や遺伝子数は同等である。
- (ウ) 真核生物では核内染色体に加えて、ミトコンドリアや葉緑体などの細胞小器官のDNAもゲノムと表現される。
- (エ) 生殖細胞の形成過程で、母親由来か父親由来かによって異なる調節を受けるように染色体に印づけがなされる現象を、ゲノム刷込み（インプリンティング）と呼ぶ。
- (オ) 真正細菌のゲノムは、放線菌などの一部を除き環状の染色体構造をとり、さらに、染色体外DNAであるプラスミドを有することもある。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

Ⅲ-16 微生物の代謝と発酵に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 多くの生物は、解糖系のほかにペントースリン酸回路と呼ばれるキシロース代謝系を持っている。
- ② エントナー・ドウドロフ経路では、グルコース1分子から2分子のATPとエタノールが作られる。
- ③ 解糖系は、グルコース1分子が2分子のピルビン酸に至る嫌気的な代謝経路であり、動植物から微生物にわたって広く見られる。
- ④ トリカルボン酸回路は、TCA回路とも呼ばれ、その最初の反応はアセチルCoAとオキサロ酢酸の結合によるリンゴ酸の生成である。
- ⑤ クロストリジウム属の細菌の多くは、好気的な酪酸発酵あるいはアセトン・ブタノール発酵を行う。

Ⅲ-17 遺伝子組換え技術を用いた異種タンパク質生産に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 大腸菌は、発現したタンパク質が菌体内に不溶性画分として蓄積するので、異種タンパク質を細胞外に分泌生産することはできない。
- ② 枯草菌は、様々な加水分解酵素を大量に菌体外に分泌生産することから、異種タンパク質の高生産も見込まれる。
- ③ 出芽酵母は、大腸菌や枯草菌と比較すると増殖速度は遅いが、異種タンパク質を分泌生産可能でかつ糖鎖修飾をすることができる。
- ④ 動物培養細胞は、一般に増殖速度が出芽酵母よりも遅く培養コストも高いが、抗体など他の宿主で生産が難しい複雑なタンパク質を生産するには欠かせない。
- ⑤ 昆虫培養細胞は、感染するウイルスベクターとの組合せにより異種タンパク質を生産でき、かつ糖鎖などの翻訳後修飾を行うことも可能である。

Ⅲ-18 制限酵素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 制限酵素は、細菌にとっては外来DNAの侵入に対する防御機構としての機能を持つ。
- ② 遺伝子工学実験でよく利用されるⅡ型の制限酵素は、ATP要求型である。
- ③ 制限酵素による切断によって、平滑末端や5'又は3'突出末端を生じる。
- ④ *EcoRI*は、6塩基認識の制限酵素である。
- ⑤ 制限酵素は、特定塩基配列を認識するエンドヌクレアーゼである。

Ⅲ-19 分子生物学的手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 リアルタイムPCRは、PCR産物の増加をリアルタイムに観測し解析することで、鋳型とした目的DNA断片の定量を行う手法である。
- ② ELISAは、酵素で標識した抗原や抗体を用いて、対応する抗原や抗体を測定する手法である。
- ③ サンガー法は、DNAポリメラーゼによるDNA合成をジデオキシリボヌクレオチドで阻害することにより塩基配列を決定する手法である。
- ④ ノーザンブロット法は、DNAをアガロースゲル電気泳動法により分離した後、ニトロセルロース膜などに吸着させ、標識した核酸（DNA、RNA、オリゴヌクレオチド）によって標的DNA断片由来のバンドを検出する手法である。
- ⑤ ウェスタンブロット法は、タンパク質をSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動法によって分離した後、PVDF膜などに電氣的に移行させ、標識した抗体によって標的タンパク質のバンドを検出する手法である。

Ⅲ－20 DNA塩基配列決定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 放射性同位元素を使った標識化とPCRによる反応自動化を取り入れたDNAシーケンサーが実用化され、大量のDNA塩基配列解読が可能となった。
- ② ゲルなどの担体を使わずに溶液状態のまま毛細管内で電気泳動を行うキャピラリー電気泳動は、DNAシーケンサーに導入されることで用途が広がった。
- ③ ピロシーケンシングと呼ばれる、ヌクレオチドがDNAに取り込まれるときに放出されるピロリン酸を検出するDNA塩基配列決定法が開発された。
- ④ 1塩基合成技術を利用してゲノム塩基配列決定が効率化されたのみではなく、RNA塩基配列決定など幅広い応用が可能になった。
- ⑤ 1分子リアルタイムシーケンサーというPCR増幅を必要としない機器によって、短時間で膨大な数の塩基配列の決定が可能になった。

Ⅲ－21 幹細胞に関する次の(ア)～(オ)の記述について、正しいものの数はどれか。

- (ア) 自己増殖能と分化能を合わせ持つ未分化な細胞を一般に幹細胞と呼ぶ。
- (イ) 受精卵の一部を培養して樹立されたES細胞は、個体すべての細胞へと分化する潜在能力（全能性）を持つ幹細胞の一種であると考えられている。
- (ウ) 外部から導入した遺伝子を強制発現することで、ES細胞のように分化多能性を持つようになった人工多能性幹細胞（iPS細胞）が、山中伸弥らによって開発された。
- (エ) 骨髄には、造血幹細胞と間葉系幹細胞の2つの幹細胞があり、後者は脂肪細胞・軟骨細胞・骨細胞などに分化する多分化能を持つ。
- (オ) クローン羊「ドリー」の誕生によって、分化のリセットが可能であること、すなわち分化はある条件下では可逆であることが証明された。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

Ⅲ-22 酵素反応に関する次の(ア)~(オ)の記述について、正しいものの数はどれか。

(ア) 酵素は、化学反応の自由エネルギー ΔG を低くする効果がある。

(イ) 触媒があっても、活性化エネルギー ΔG^\ddagger は変化しない。

(ウ) 最大反応速度 (V_{\max}) とは、反応液中の酵素が基質で飽和されているときに得られる反応速度である。

(エ) ミカエリス定数 (K_m) は、 V_{\max} の1/2の反応速度を酵素に与える基質濃度である。

(オ) K_m が大きいほど酵素と基質間の親和性は高い。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

Ⅲ-23 次のうち、メチレン基1つだけ異なるアミノ酸の組合せはどれか。

① リシン アルギニン

② トレオニン チロシン

③ アスパラギン グルタミン

④ メチオニン システイン

⑤ アラニン バリン

Ⅲ-24 次の(ア)~(オ)の酵素のうち、解糖系でATP加水分解酵素として働くものの数はどれか。

(ア) アルドラーゼ

(イ) ヘキソキナーゼ

(ウ) ピルビン酸キナーゼ

(エ) 6-ホスホフルクト-1-キナーゼ

(オ) グルコース-6-リン酸イソメラーゼ

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

Ⅲ-25 PCRに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① PCR法は、ごく微量のDNAサンプルから特定のDNA断片を短時間に増幅させる方法で、基礎研究だけでなく、遺伝病の診断、犯罪捜査、親子鑑定、考古学などに広く応用されている。
- ② DNAポリメラーゼは、DNA鎖を5'→3'方向に伸長させる際、鋳型、プライマー及びデオキシリボヌクレオチド三リン酸が必要である。
- ③ PCRの反応サイクルで95℃に加熱するのは、DNAポリメラーゼを熱変性させるためである。
- ④ プライマーの塩基配列に人為的な変異を導入することにより、変異体を容易に作製することができる。
- ⑤ プライマーに適切な制限酵素認識配列を導入することで、PCR産物のベクターDNAへのクローニングを容易に行うことができる。

Ⅲ-26 バイオインフォマティ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 PubMedは、米国のNCBI (National Center for Biotechnology Information) がWWW上で提供している生命科学系の文献データベースである。
- ② KEGGは、代謝系及び制御系のパスウェイ解析に用いられる。
- ③ FASTAとBLASTは、タンパク質の2次構造を予測するためのプログラムである。
- ④ PDB (Protein Data Bank) は、タンパク質の立体構造に関するデータベースを提供している。
- ⑤ DDBJ (DNA Data Bank of Japan) は、核酸の塩基配列とこれに関連したデータベースを提供している。

Ⅲ-27 DNAの構造に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① プリンとピリミジンの量比は、生物種によって異なる。
- ② AT間の水素結合は、GC間のものより不安定である。
- ③ 温度が高いほど、また溶液中のpHが低いほどDNAの二重らせん構造は変性し易い。
- ④ DNAは通常、2本のポリデオキシリボヌクレオチド鎖からなる右巻きの二重らせんである。
- ⑤ 塩基はらせんの内側を向いており、リン酸基とデオキシリボース部分はらせんの外側にある。

Ⅲ-28 組換えタンパク質の精製に用いられるヒスチジンタグに関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

組換えタンパク質のaクロマトグラフィーによる精製を行うためのヒスチジンタグは、タンパク質のN末端もしくはC末端に付加されるヒスチジン6残基程度を含む短い配列をいう。ヒスチジンのイミダゾール基は、bと強く結合するので、bを保持した支持体は担体としてクロマトグラフィーに用いられる。

- | <u>a</u> | <u>b</u> |
|-----------|----------|
| ① イオン交換 | レクチン |
| ② イオン交換 | ニッケルイオン |
| ③ アフィニティー | レクチン |
| ④ アフィニティー | ニッケルイオン |
| ⑤ アフィニティー | アビジン |

Ⅲ-29 動物ウイルスとウイルス受容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 ウイルスは、DNA又はRNAをゲノムとして持ち、宿主細胞内で複製するほか、自ら増殖分裂する。
- ② ウイルス粒子が、細胞に吸着することにより感染が始まるが、このとき、細胞側の細胞膜表面分子をウイルス受容体という。
- ③ ウイルス受容体の多くは、タンパク質であるが、インフルエンザウイルスやロタウイルスの受容体がシアル酸であり、水疱性口内炎ウイルスの受容体がホスファチジルセリンであるように、タンパク質以外を受容体とする場合もある。
- ④ 宿主細胞膜上の複数のタンパク質と同時に結合するウイルスもあり、ヒト免疫不全ウイルス(HIV)の主受容体はCD5で、副受容体はケモカイン受容体のCCR5又はCXCR4である。
- ⑤ ウイルス受容体は、ウイルスの細胞への吸着侵入及び脱殻過程などを含む感染初期に重要な役割を持っている。

Ⅲ-30 発生に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 発生には、生物進化の歴史的な過程を示す系統発生と、個体において受精卵が成体になり死に至る過程を示す個体発生との2つの概念がある。
- ② 系統発生と個体発生には密接な関係がある。
- ③ 多くの動物では個体発生は、受精により始まり、卵割によって細胞数を増やし、多くの割球からなる桑実胚、胞胚へと進行する。
- ④ この受精から胞胚形成の過程では、細胞数が増加すると同時に胚全体の大きさも増大する。
- ⑤ その後細胞分裂の速度が低下し、細胞が活発な形態形成運動を起こして外胚葉、中胚葉、内胚葉という3胚葉を生じる原腸形成過程が続く。

Ⅲ-31 タンパク質の高次構造に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 一次構造は、ジスルフィド結合の位置を含むタンパク質のアミノ酸配列を意味する。
- ② 二次構造は、タンパク質のペプチド鎖主骨格部分のC=O基とNH基との間の水素結合と側鎖の構造に大きく影響を受ける立体構造モチーフである。
- ③ 三次構造は、タンパク質のポリペプチド鎖がそのアミノ酸配列に規定されて形成する立体構造をいう。
- ④ 四次構造は、立体構造を持ったタンパク質同士がさらに会合し合ってつくる複合体構造をいい、サブユニット構造がこれにあたる。
- ⑤ 立体構造中、構造的、機能的に特にまとまった領域をドメインと呼ぶ。

Ⅲ-32 細胞内タンパク質輸送に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 粗面小胞体に結合したリボソームで合成されたタンパク質は、小胞体内腔に移行した後、メンブレントラフィックによりゴルジ体を経てリソソーム、エンドソーム、細胞膜などに運ばれる。
- ② 粗面小胞体で合成された膜内在性タンパク質や分泌タンパク質が、メンブレントラフィックによって機能すべき適切な場所に運ばれる際、ソーティングといわれる選別過程を受けるが、その際ソーティングシグナルと呼ばれるタンパク質内の特定配列が重要な役割を果たす。
- ③ シグナルペプチドは、粗面小胞体上のリボソームで合成されたタンパク質が小胞体を通過する際に重要な役割を果たす。
- ④ 細胞質のリボソームで合成されたタンパク質も、メンブレントラフィックにより核、ミトコンドリア、葉緑体、ペルオキシソームなどの細胞小器官へ運ばれる。
- ⑤ ツェルバーガー症候群は、タンパク質が正しく輸送されないことに起因する疾患の一つである。

Ⅲ-33 細胞周期に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 細胞周期は、細胞が増殖を開始し、DNA複製、染色体の分配、核分裂、細胞質分裂などの事象を経て、2つの娘細胞となって出発点に戻るまでのサイクルをいう。
- ② S期はDNAの合成期である。
- ③ G₁期とG₂期は、それぞれM期とS期に入るための準備と点検の時期である。
- ④ 休止期（G₀期）ではG₁期から移行し、細胞が長期間増殖を停止する。
- ⑤ Chk1は、DNA複製チェックポイントに重要な役割を果たし、タンパク質リン酸化酵素として作用し、シグナルカスケードの下流分子（Cdc25など）を制御している。

Ⅲ－34 疾患に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 壊血病は、ビタミンDの欠乏によって起こる疾患である。
- ② ハンチントン病は、30～40歳代に発症する慢性進行性舞踏病であり、常染色体優性遺伝形式をとる。
- ③ パーキンソン病の患者では、脳内線条体のドーパミン量、及びその合成系酵素活性が低下している。
- ④ クロイツフェルト・ヤコブ病は、伝達性海綿状脳症の1つで、プリオン病とも呼ばれる。
- ⑤ 後天性免疫不全症候群（AIDS）は、ヒト免疫不全ウイルス（HIV）の感染により引き起こされる免疫不全病である。

Ⅲ－35 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 外膜、内膜の二重の膜に包まれた細胞小器官である。
- ② 物質の酸化によるエネルギーを用いてATPを合成する酸化的リン酸化を行う。
- ③ 桿状の細胞小器官としてとらえられることが多いが、通常、融合・分裂を繰り返している動的な細胞小器官である。
- ④ クリステという複雑な陥入構造が発達している。
- ⑤ 固有のDNAを持つが、その複製・転写・翻訳は独立して行うことはできず、核の機能に依存している。