

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 大腸菌DNAポリメラーゼの反応についての次の記述のうち、RNAポリメラーゼと共通しない性質を記述したものはどれか。

- ① 鋳型DNAを必要とする。
- ② ヌクレオシド5' -三リン酸を基質とする。
- ③ 5' → 3' 方向に合成を行う。
- ④ 反応の開始にプライマーを必要とする。
- ⑤ リン酸ジエステル結合（ホスホジエステル結合）を形成する。

I-2 次のうち、遺伝子の転写産物の量を分析することができる技術の組合せとして最も適切なものはどれか。

- ① リアルタイムRT-PCR法，ゲルシフト法，サザンブロット法
- ② サザンブロット法，ノーザンブロット法，プライマー伸長法
- ③ ノーザンブロット法，プライマー伸長法，リアルタイムRT-PCR法
- ④ プライマー伸長法，リアルタイムRT-PCR法，ゲルシフト法
- ⑤ ゲルシフト法，サザンブロット法，ノーザンブロット法

I-3 真核生物におけるヒストン及びクロマチン構造に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① ヒストンはアスパラギン酸やグルタミン酸を多く含む酸性タンパク質である。
- ② 主要なヒストンタンパク質としてH1, H2A, H2B, H3, H4という5種類が知られている。
- ③ ヒストンの修飾としてアセチル化が知られており、転写が不活発な領域ではヒストンが高度にアセチル化されていることが知られている。
- ④ クロマチンの基本的な構造単位はヌクレオソームと呼ばれるが、これはヒストンの各単量体にDNAが約1.7回転巻き付いた構造である。
- ⑤ 染色体にはDNAの凝縮が比較的緩やかで転写が活発なヘテロクロマチンと、DNAが高度に凝縮して転写が不活性なユークロマチンと呼ばれる領域が存在する。

I-4 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。
- ② 哺乳動物では、出生直後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。
- 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 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。
- ⑤ 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。

I-5 遺伝子に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ハウスキーピング遺伝子の転写開始点上流域は、TATAボックスの代わりにGCボックスが見出されることが多い。
- ② 対立遺伝子の関係になりうるのは、2倍体生物の両親に由来する相同染色体の相同な遺伝子である。
- ③ 調節遺伝子の機能は、遺伝子の転写を調節することである。
- ④ 同一遺伝子座の野生型遺伝子と突然変異型遺伝子は、互いに対立遺伝子の関係にある。
- ⑤ 構造遺伝子の機能は、タンパク質の立体構造を制御することである。

I-6 次のうち、酵素の分類とそれに属する酵素の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- | | |
|----------|----------------|
| ① 合成酵素 | フマル酸ヒドラターゼ |
| ② 異性化酵素 | トリオースリン酸イソメラーゼ |
| ③ 酸化還元酵素 | 乳酸デヒドロゲナーゼ |
| ④ 加水分解酵素 | キモトリプシン |
| ⑤ 転移酵素 | ヌクレオシドリン酸キナーゼ |

I-7 神経に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ムスカリン性アセチルコリン受容体は4種類のポリペプチドからなり、典型的には $\alpha_2\beta\gamma\delta$ というサブユニット組成を持つ。
- ② GABAとグリシンは多くの抑制性シナプスで神経伝達物質として働いている。
- ③ α -ブンガロトキシンと呼ばれるヘビ毒はアセチルコリン受容体に結合する。
- ④ フグ毒のテトロドトキシンが神経毒素となるのは神経の電位依存性ナトリウムチャンネルに結合して封鎖し、活動電位を発生できなくするからである。
- ⑤ 心筋のムスカリン性アセチルコリン受容体はGタンパク質を活性化しカリウムチャンネルを開かせる。

I-8 グルコースを出発原料とした発酵法を用いて次の物質を生産する場合、解糖系が関与する経路がない物質は次のうちどれか。

- ① エチルアルコール ② グルコン酸 ③ クエン酸
- ④ 乳酸 ⑤ 酢酸

I-9 酵素の失活に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 実用上の酵素の非反応時の熱安定性は、酵素の保存時の安定性と関連している。
- ② 多くの酵素の熱失活では、失活曲線は指数関数に従う。
- ③ 様々な保温温度に対する酵素の残存活性をプロットしたものを酵素の失活曲線と呼ぶ。
- ④ 酵素の1次失活定数（崩壊定数）と酵素活性の半減期の積は一定である。
- ⑤ 酵素はその基質や生成物の存在下では安定化することがある。

I-10 細胞の増殖速度に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 1個の細胞が生まれてから次の分裂を完了するまでの時間を世代時間 (generation time) と呼ぶ。
- ② 培養している細胞を、細胞周期 (cell cycle) の一定時期 (phase) に揃えてから培養するための実験的手法として知られている同調培養 (synchronous culture) では、細胞数は階段状に増加するが、細胞の質量は指数関数的に増加する。
- ③ 細胞増殖に伴う細胞質量の増加速度が、すべての構成成分 (タンパク質やDNA等) の増加速度と一致するときに、調和型増殖 (balanced growth) という。
- ④ 調和型増殖は、1次の自己触媒反応と類似しており、細胞の増殖速度は、細胞濃度に比例する。
- ⑤ 一般に、細胞の比増殖速度と倍增時間 (ダブリングタイム) は比例し、比例定数は $\ln 2$ である。

I-11 次のうち、原核細胞、動物細胞、植物細胞に共通しているものはどれか。

- ① 細胞壁
- ② 核
- ③ 鞭毛
- ④ ミトコンドリア
- ⑤ リボソーム

I-12 動物細胞を長期にわたって培養し続けることは、時間、労力、経費を浪費するため、細胞をこまめに保存することが重要である。動物細胞の保存に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① セラムチューブは超低温において気密性に乏しく、液体窒素が出入りする。
- ② -80°C の超低温フリーザーでは、1年を超える長期保存はしない。
- ③ 一般に、急速に凍結することが好ましい。
- ④ 凍結保護剤として、ジメチルスルホキシド (DMSO) が用いられることがある。
- ⑤ 一般に、急速に融解することが好ましい。

I-13 流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 水や空気はニュートン流体に属する。
- ② 非ニュートン流体は、せん断応力とせん断速度の比が一定である。
- ③ ダイラタント流体は、せん断速度の増大に従って見かけの粘度も増大していく。
- ④ ビンガム塑性流体は、あるせん断応力以上を加えないと流れ出さない流体である。
- ⑤ 擬塑性流体では、せん断速度が増加するにしたがって見かけの粘度は減少していく。

I-14 実験室での小規模製造から工場での大規模製造まで、培地の滅菌は重要である。

滅菌操作に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 大規模操作に適している滅菌法の一つはろ過である。
- ② 加熱は大規模操作に適していない。
- ③ 加熱滅菌の場合、菌体のフロックやペレットの内部の滅菌効果は液体の場合に比べて低くなる。
- ④ 連続滅菌は、細胞破壊を高いレベルに維持しながら、培地成分への損傷を大幅に減らすことができる。
- ⑤ 酵素や血清のような熱で不安定な成分は熱によって容易に変質するので、しばしばろ過による雑菌の除去が行われる。

I-15 温室効果ガ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 廃水処理の過程で発生する一酸化二窒素の排出も対処すべき課題として研究されている。
- ② 二酸化炭素を回収し大気中へ放出しないように貯留する試みが検討されており、特に地中貯留や海洋隔離などが研究されている。
- ③ 人間活動により増加した温室効果ガスのうち、地球温暖化に及ぼす影響が最も大きいものが二酸化炭素、次に大きいのがメタンである。
- ④ 温室効果ガスとは、太陽光を直接吸収して大気を暖めることで地球を温暖化するガスの総称である。
- ⑤ 人間活動のうち、農耕も多くの温室効果ガスを発生させており、畑からの一酸化二窒素の発生に対して対策が研究されている。

I-16 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るので、生分解性プラスチックではない。
- ③ 研究開始当初非常に注目された生分解性プラスチックとしては、微生物由来のポリヒドロキシアルカノエート (PHA) がある。
- ④ 生分解性プラスチックとして有名なポリ乳酸は、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の大部分がポリエステル系である。

I-17 コンポスト化 (たい肥化) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① コンポスト化は、そのままの状態では腐敗しやすい有機性廃棄物 (家畜糞, 作物残渣, 下水汚泥, 生ゴミなど) を、微生物の作用により有用な有機肥料に変えるプロセスである。
- ② コンポスト化は主に好気性微生物の作用により進行するので、攪拌を適切に行って空気を供給することが重要であるとともに、原料の水分含量が高い場合は嫌氣的にならないように注意する必要がある。
- ③ コンポスト化のプロセスは、大きく分けて高温期と腐熟期の二つに分けられる。高温期には、活発な有機物分解を伴って70℃以上の高温に達する。この時期には好熱性の *Bacillus* 属細菌などが活発に働くことで種々の有機物が分解される。また、アミノ酸の分解に伴い、窒素が硝酸として遊離するのでpHは一般的に下降する。
- ④ 腐熟期には原料中の易分解性有機物のほとんどが分解されるとともに、リグノセルロースなどの難分解性有機物も中温域で放線菌や糸状菌によって分解される。
- ⑤ コンポスト化の過程で発生する高温は、病原性微生物や寄生虫、雑草の種子の不活性化などにも有効である。

I-18 生物的な環境浄化に関わる反応と微生物（群）あるいは酵素の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- | | |
|-----------------|----------------------------|
| ① トリクロロエチレンの分解 | メタンモノオキシゲナーゼ |
| ② テトラクロロエチレンの分解 | <i>Dehalococcoides</i> 属細菌 |
| ③ 排水中の脱リン | 活性汚泥 |
| ④ ダイオキシンの分解 | 褐色腐朽菌 |
| ⑤ 排水中の脱窒 | アナモックス菌 |

I-19 環境微生物に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① メタン発酵に関わる微生物 *Methanococcus* 属は真正細菌である。
- ② 放線菌が産生するジェオスミンは極めて強い土臭（又はカビ臭）を示す。
- ③ *Thiobacillus* 属細菌にはpH1付近の強い酸性条件で生育するものがある。
- ④ *Bacillus* 属細菌の中には食品の腐敗に関わるものがある。
- ⑤ ONPG-MUG法は水環境中の大腸菌群を測定する試験法の1つである。

I-20 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* はキシロースなどの五炭糖を利用できる。
- 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、除去有機物量あ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 微細藻類による炭化水素の生合成では *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。