

令和 7 年度 九州大学大学院生物資源環境科学府 修士課程一般入試問題

科 目 名：専門科目
専 攻：生命機能科学
教育コース：システム生物学
研 究 分 野：発酵化学

注意

1. 「解答はじめ」の合図があるまで問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は 5 枚（表紙を含む）あります。試験開始後、まずすべての用紙がそろっていることを確認しなさい。
3. 解答のスペースが足りないときには、裏を使用しなさい。

第一志望研究分野	受験番号（自筆）
発酵化学	

問題 1.

酵母やカビなどの真核微生物は、大腸菌などの原核微生物とは異なり、タンパク質に糖鎖が付加された糖タンパク質を合成する能力がある。糖タンパク質の糖鎖構造は様々な真核生物により、共通している構造と特徴的な構造とが存在する。

問 1. 糖タンパク質は細胞内のどのオルガネラ（細胞内小器官）で生合成されるか、また、どのような酵素類が関与しているか具体的に説明しなさい。

問 2. 糖タンパク質の糖鎖部分にはどのような機能があるか、知っていることを書きなさい。

解答は以下に記述（足りない場合は裏面を使用すること）

第一志望研究分野	受験番号（自筆）
発酵化学	

問題 2.

問 1. 日本酒や焼酎をはじめとする酒類や発酵食品の製造には様々な微生物が関与している. どのような微生物が関与しているのか, また微生物のどのような特性が酒類や発酵食品製造に貢献しているのか, 具体的に微生物の学名（属名+種小名）, 微生物の特性について説明しなさい.

解答は以下に記述（足りない場合は裏面を使用すること）

第一志望研究分野	受験番号（自筆）
発酵化学	

問題 3.

問 1. 微生物の細胞は動物細胞では見られない細胞壁と呼ばれる細胞外マトリクスにより覆われている。原核微生物や真核微生物の細胞壁の特徴について、化学構造などを示して説明しなさい。

解答は以下に記述（足りない場合は裏面を使用すること）

第一志望研究分野	受験番号（自筆）
発酵化学	

問題 4.

問 1. 微生物（細菌）の生育を抑制する抗生物質には，ヒトには影響が少なく特異的に原核微生物のみに作用する物質も多い．代表的な抗生物質について，（１）化合物名，（２）構造の特徴，（３）作用点について，２種類以上の化合物について答えなさい．

解答は以下に記述（足りない場合は裏面を使用すること）

令和 7 年度 九州大学大学院生物資源環境科学府 修士課程一般入試問題

科 目 名：専門科目
専 攻：生命機能科学
教育コース：システム生物学
研 究 分 野：発酵化学

注意

1. 「解答はじめ」の合図があるまで問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は 5 枚（表紙を含む）あります。試験開始後、まずすべての用紙がそろっていることを確認しなさい。
3. 解答のスペースが足りないときには、裏を使用しなさい。

第一志望研究分野	受験番号（自筆）
発酵化学	

問題 1.

酵母やカビなどの真核微生物は、大腸菌などの原核微生物とは異なり、タンパク質に糖鎖が付加された糖タンパク質を合成する能力がある。糖タンパク質の糖鎖構造は様々な真核生物により、共通している構造と特徴的な構造とが存在する。

問 1. 糖タンパク質は細胞内のどのオルガネラ（細胞内小器官）で生合成されるか、また、どのような酵素類が関与しているか具体的に説明しなさい。

問 2. 糖タンパク質の糖鎖部分にはどのような機能があるか、知っていることを書きなさい。

解答は以下に記述（足りない場合は裏面を使用すること）

真核細胞のタンパク質に付加される糖鎖の種類は大きく分けて 2 種類存在する。1 つはタンパク質のアスパラギン残基に糖鎖が付加する N-結合型糖鎖と、もう 1 つはセリン・スレオニン残基に付加する O-結合型糖鎖である。N-結合型糖鎖は小胞体においてコアになる糖鎖が各種転移酵素により合成されて行き、グルコース(Glc) 2 個、マンノース(Man) 9 個、N-アセチルグルコサミン(GlcNAc) 2 個からなるコア糖鎖が合成途中のタンパク質の Asn 残基へ付加される。N-結合型糖鎖の付加には粗面小胞体で複数のサブユニットからなるオリゴサッカリルトランスフェラーゼが触媒している。一方、O-結合型糖鎖の付加には真核微生物の場合、マンノース転移酵素により小胞体において Man の付加が行われ、さらにゴルジ体において糖鎖の伸長反応が起こる。さらに糖鎖の伸長がゴルジ体へタンパク質が輸送された後に起こる。これまでタンパク質への Man の付加は真核微生物だけで起こると考えられてきたが、最近になって高等動物においてもタンパク質への Man 付加反応が存在することが明らかになった。

問 2

真核生物の糖タンパク質糖鎖の役割の 1 つとして、タンパク質の品質管理機構が挙げられる。タンパク質が正しく折りたたまれ立体構造を取るためには、新しく合成されたタンパク質の立体構造をチェックする「タンパク質の品質管理機構」が存在する。粗面小胞体(ER)内で合成されたペプチド鎖が誤った高次構造を形成したり(ミスフォールディング)、複合体を形成しないで単量体で存在した場合、そのペプチド鎖は他のタンパク質との凝集や、細胞機能の阻害などの細胞毒性を引き起こす可能性がある。ER 品質管理機構は、これらのミスフォールディングタンパク質を認識し、ER 近傍で、分解する。まず、ミスフォールディングタンパク質は、ER 膜上の親水性のチャンネルを通して、ER の外に汲み出され、細胞質に存在するとされている N-グリカナナーゼにより糖鎖が除かれる。さらに、細胞質に追放されたタンパク質は、ユビキチン化され、細胞質のプロテアソームタンパク質分解系により小さなペプチドに分解される。ER の種々の分子シャペロン (Bip、カルネキシン、カルレティキュリンなど) が、糖鎖部分を認識して、ミスフォールディングタンパク質や完成されていないタンパク質の認識および保持に関与している。

第一志望研究分野	受験番号（自筆）
発酵化学	

問題 2.

問 1. 日本酒や焼酎をはじめとする酒類や発酵食品の製造には様々な微生物が関与している. どのような微生物が関与しているのか, また微生物のどのような特性が酒類や発酵食品製造に貢献しているのか, 具体的に微生物の学名（属名+種小名）, 微生物の特性について説明しなさい.

解答は以下に記述（足りない場合は裏面を使用すること）

日本酒の製造には、清酒酵母と呼ばれる酵母がアルコール生産に関与している。清酒酵母はほとんどが出芽酵母 *Saccharomyces cerevisiae* で、醸造特性の高い株が伝統的に選抜されてきた。清酒酵母はアミラーゼ活性を持たないため、アルコールを生産するためには、蒸した米に麹菌(*Aspergillus oryzae*)のアミラーゼによりデンプンからグルコースへの糖化工程が必要である。日本酒製造工程において、グラム陽性細菌の *Lactobacillus fructivorans* などのラクトバチルス属乳酸菌が日本酒中で生育することにより、臭みを生成する火落ちという現象が見られることもあるため、火入れ（加熱殺菌）を行う。

- ・ビール製造においてアルコールの生産にはやはり出芽酵母が用いられるが、下面発酵のラガービールを生産するためには *Saccharomyces carlsbergensis* などの酵母が用いられる。

- ・焼酎製造には *Aspergillus awamori* などの黒麹菌が用いられている。本菌はクエン酸生産能力が非常に高く、もろみは pH 3 程度の比較的強い酸性条件に保つことができるため、雑菌の繁殖を防ぐ効果が高い。

- ・味噌や醤油には米麹としてアスペルギルス属糸状菌が用いられている (*Aspergillus sojae* または *Aspergillus oryzae*)。これらの糸状菌は米のデンプンをアミラーゼにより分解し、酵母が資化可能なグルコースやマルトース単位まで分解する。また糸状菌は豆由来のタンパク質をプロテアーゼやグルタミナーゼ等で分解もしくは変換することにより、旨味や甘みなどを作るペプチドやアミノ酸にまで変換される。さらに発酵過程に乳酸菌や酵母 (*Zygosaccharomyces rouxii*) が生育することにより、独特の香気成分と味を作り出している。味噌や醤油には多量の食塩が含まれているため、発酵過程に関与する微生物は全て耐塩性を有している。

第一志望研究分野	受験番号（自筆）
発酵化学	

問題 3.

問 1. 微生物の細胞は動物細胞では見られない細胞壁と呼ばれる細胞外マトリクスにより覆われている。原核微生物や真核微生物の細胞壁の特徴について、化学構造などを示して説明しなさい。

解答は以下に記述（足りない場合は裏面を使用すること）

細菌の細胞壁の最も重要な構成成分はペプチドグリカンである。ペプチドグリカンの構造は菌種によって異なるが、代表的な例としてグラム陽性の黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus*) では、*N*-アセチルグルコサミン (GlcNAc) と *N*-アセチルムラミン酸 (MurNAc) という 2 種のアミノ糖の交互の繰り返しを単位とし、ペンタグリシンを架橋とした L-アラニン (Ala)- γ -D-グルタミン (Gln)-L-リシン (Lys)-D-Ala のテトラペプチドが Lys に結合している。ペプチドグリカン層の厚さはグラム陽性菌で 20 - 80nm、グラム陰性菌で 7 - 8nm である。またグラム陰性細菌の細胞壁に特徴的な成分としてリポ多糖 (LPS) がある。リポ多糖は疎水性脂質（リピド A）と親水性のコア多糖鎖と親水性の O 抗原多糖側鎖から構成されている。

真核微生物の細胞壁は主にキチン・グルカン・マンナンからなる。キチンは *N*-アセチルグルコサミンが β 1,4-結合で連結した多糖であり、糸状菌では比較的多く存在するが酵母では 5 % 以下である。またグルカンの結合は主に β 1,3-結合からなり、一部の糸状菌や酵母では α 1,3-結合をしているグルカンも存在する。さらに細胞表層には α 1,6-結合のマンノースが連結したマンナンと呼ばれる多糖が存在し、この主鎖に α 1,2-結合や α 1,3-結合でマンノースが付加した側鎖が存在する。

第一志望研究分野	受験番号（自筆）
発酵化学	

問題 4.

問 1. 微生物（細菌）の生育を抑制する抗生物質には、ヒトには影響が少なく特異的に原核微生物のみに作用する物質も多い。代表的な抗生物質について、（１）化合物名、（２）構造の特徴、（３）作用点について、２種類以上の化合物について答えなさい。

解答は以下に記述（足りない場合は裏面を使用すること）

抗生物質はその基本骨格や作用機序などに基づき以下のような分類がなされている。

作用点	化合物名
細胞壁合成阻害	β —ラクタム系、グリコペプチド系 他
細胞膜機能阻害	ポリエン系、ペプチド系 他
核酸合成阻害	ピリドンカルボン酸系 他
タンパク質合成阻害	テトラサイクリン系、アミノグリコシド系、マクロライド系他
葉酸合成阻害	サルファ剤 他

構造の特徴と機能

β —ラクタム系抗生物質は四員環構造を持つ環状アミドであり、代表的な物質はペニシリンである。ペニシリンはフレミングによって青カビの一種 *Penicillium* 属から単離された抗生物質である。ペニシリンの β —ラクタムを含む L-Cys-D-Val の立体構造は、細菌の細胞壁を架橋する目的で生合成される、D-Ala-D-Ala の立体構造に酷似している。このため、細菌内に存在するトランスペプチターゼがペニシリンと D-Ala-D-Ala 構造を誤認識し、細胞壁の架橋が行われなくなる。これにより菌の細胞壁が脆弱化し、浸透圧に耐えられなくなった菌は溶菌を起こし死滅する。ヒトの細胞にはこういった細胞壁構造が存在しないため、ペニシリンは全く作用しない。

アミノグリコシド系抗生物質の代表的な化合物にはストレプトマイシンがある。ワックスマンらによって単離された、放線菌の一種 *Streptomyces griseus* の産生する抗生物質である。アミノグリコシド系抗生物質は一般に、細菌の 30S リボソームに結合し、タンパク質の合成を阻害することによって抗生作用を示す。人間のリボソームは細菌のそれとは異なる構造をしているため、細菌だけに選択毒性を示す。特に結核 (tuberculosis) の治療に良く用いられ、結核による死者を激減させるに至った、抗生物質のマイルストーンと呼べる存在である。しかし若干副作用が強く、聴神経障害や腎障害、過敏症などを引き起こすこともある。

九州大学大学院生物資源環境科学府

生命機能科学専攻

修士課程

令和7(2025)年度

【一般入試】入学試験問題

専門科目

システム生物工学教育コース

発酵化学

出題意図

問 1 発酵化学分野で研究するために必要な、真核微生物の重要な翻訳語修飾プロセスであるタンパク質への糖鎖付加と糖鎖の機能に関する知識を問う。

問 2 発酵化学分野で研究するために必要な、食品製造プロセスにおける微生物の重要性に関する基礎的な知識を問う。

問 3 発酵化学分野で研究するために必要な、原核および真核微生物の細胞壁構造の基礎的な知識を問う。

問 4 発酵化学分野で研究するために必要な抗生物質の構造の特徴と作用店に関する基礎的な知識を問う