

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：システム生物工学  
研 究 分 野：土壤環境微生物学

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 3 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） |
| 土壌環境微生物学 |          |

---

問題 1. 動物は, 複雑な食物分子を簡単な分子に分解して, エネルギーを獲得する異化によって生命を維持する. 動物の異化について, 次の問 1~3 に答えよ.

問 1. タンパク質, 多糖および脂肪などの食物分子の分解は 3 段階で起こることが知られている. 各段階について, それぞれ 50~100 字程度で説明せよ.

問 2. 重要な異化の一つである解糖は 10 の酵素反応により進行する. 解糖に関与する酵素は反応様式から 4 種類に分類される. それらの酵素の種類と機能について, それぞれ 50 字以内で説明せよ.

問 3. 解糖における 10 の酵素反応のうち, 律速酵素名と反応様式について説明せよ.

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） |
| 土壌環境微生物学 |          |

---

問題 2. 持続的開発目標（Sustainable Development Goals; SDGs）が 2015 年に国連持続可能な開発サミットで採択されている。微生物機能を活用した微生物プロセスは、SDGs 達成への貢献が期待されている。微生物プロセスについて、次の問 1～2 に答えよ。

問 1. SDGs 達成に寄与できる物質生産（発酵）技術を 1 つ挙げ、概要（使用微生物、基質、代謝、プロセス、用途など）について 300 字程度で説明せよ。

問 2. SDGs 達成に寄与できる排水・廃棄物処理（消化）技術を 1 つ挙げ、概要（使用微生物、基質、代謝、プロセスなど）について 300 字程度で説明せよ。

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  
解答例

科 目 名：専門科目

専 攻：生命機能科学

教育コース：システム生物工学

問題 1. 動物は、複雑な食物分子を簡単な分子に分解して、エネルギーを獲得する異化によって生命を維持する。動物の異化について、次の問 1～3 に答えよ。(50 点)

問 1. タンパク質、多糖および脂肪などの食物分子の分解は 3 段階で起こることが知られている。各段階について、それぞれ 50～100 字程度で説明せよ。(20 点)

第 1 段階：食物分子を簡単な構成単位に分解する過程で消化と呼ばれる。タンパク質、多糖、脂肪はそれぞれアミノ酸、簡単な糖類（単糖、二糖、オリゴ糖）、脂肪酸とグリセロールに分解される。

第 2 段階：解糖と呼ばれる反応で、第 1 段階で生成された構成単位は、ピルビン酸に分解され、さらに、アセチル CoA に分解される。基質レベルのリン酸化による少量の ATP 生成および NADH 生成が起きる。

第 3 段階：クエン酸回路によりアセチル CoA を  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{CO}_2$  に完全に酸化分解するとともに、第 2 段階および第 3 段階で生成された NADH は電子伝達系における酸化的リン酸化により大量の ATP が生成される。

問 2. 重要な異化の一つである解糖は 10 の酵素反応により進行する。解糖に関与する酵素は反応様式から 4 種類に分類される。それらの酵素の種類と機能について、それぞれ 50 字以内で説明せよ。(15 点)

キナーゼ：分子にリン酸基を付加する反応を触媒する。

異性化酵素（イソメラーゼ）：単一分子内の結合の再配置を触媒する。

脱水素酵素（デヒドロゲナーゼ）：分子から水素原子と電子（水素化物イオン  $\text{H}^-$ ）を取り除くことによる酸化を触媒する。

ムターゼ：分子内の基の位置の移動を触媒する。

問 3. 解糖における 10 の酵素反応のうち、律速酵素名と反応様式について説明せよ。(15 点)

ヘキソキナーゼ：グルコースは ATP によってリン酸化されて、グルコース 6-リン酸となる反応を触媒する。

フルクトースリン酸キナーゼ：フルクトース 6-リン酸は ATP によってリン酸化されて、フルクトース 1,6-ビスリン酸となる反応を触媒する。

ピルビン酸キナーゼ：ホスホエノールピルビン酸のリン酸基が ADP に転移して ATP が生成されて、ピルビン酸となる反応を触媒する。

問題 2. 持続的開発目標 (Sustainable Development Goals; SDGs) が 2015 年に国連持続可能な開発サミットで採択されている。微生物機能を活用した微生物プロセスは、SDGs 達成への貢献が期待されている。微生物プロセスについて、次の問 1~2 に答えよ。

問 1. SDGs 達成に寄与できる物質生産 (発酵) 技術を 1 つ挙げ、概要 (使用微生物, 基質, 代謝, プロセス, 用途など) について 300 字程度で説明せよ。(25 点)

- (A) 堆肥化発酵…樹木の剪定くず, 農業残渣, 家畜糞, 生ごみ (食品残渣), 各種汚泥などの有機物を原料として用いて, 有機肥料を製造する好気プロセスであり, 有機物の炭素源は二酸化炭素に分解されて系外に放出されるため, CN 比は低下する。一般には, 一次分解にて易分解性の糖, タンパク質, 脂質からセルロースヘミセルロースが分解され, 二次分解にてリグニンなどが分解されて, 完熟へと移行する。温度は一次分解で 60-70℃以上に上昇したのち, 二次分解では 40℃程度に低下し, 完熟では常温にまで低下する。優占菌は, 一次分解では従属栄養微生物や好熱菌, 二次分解では放線菌, 完熟では孢子形成細菌へと変化する。有機物をそのまま用いると, 土壌中で腐敗, 残存する雑草種子の発芽, 病原微生物の残存などの障害を引き起こす。
- (B) 乳酸発酵…乳酸は食品添加物, 医薬品, 工業原料, 化粧品への用途があるが, 光学活性乳酸は特に, 生分解性プラスチックであるポリ乳酸の原材料として, 近年需要が高まり生産量も増加している。使用菌株は, 乳酸菌やバチルス属細菌などが用いられており, 菌株により光学純度が異なる。多くの乳酸菌は六炭糖のみを利用できるが, 一部の乳酸菌およびバチルス属細菌は五炭糖も利用できる。グルコースから乳酸のみを生産するホモ発酵と乳酸に加えてエタノール, 酢酸, 二酸化炭素, ギ酸なども同時に生成するヘテロ発酵に分けられ, 産業的にはホモ発酵が望ましい。最適発酵温度は, 乳酸菌の場合 30-40℃の中温域, バチルス属細菌の場合 50℃の好温域を示すことが多い。また, 乳酸生成に酸素を必要としないことから嫌気的に行われ, 六炭糖からは解糖系でピルビン酸に変換された後, 還元されて乳酸を生成し, 五炭糖からはペントースリン酸経路および解糖系でピルビン酸に変換された後, 還元されて乳酸を生成する。
- (C) エタノール発酵…エタノールはガソリンに添加する液体燃料としての用途のほか, 殺菌剤, 化粧品, 医薬品, 洗剤, 香料, 試薬, 各種工業原料の用途がある。使用菌株は酵母である *Saccharomyces* 属, *Pichia* 属, 細菌である *Zymomonas mobilis* に加えて遺伝子組換え *Escherichia coli* などがある。糖質原料, でんぷん質原料, リグノセルロース系原料を前処理・糖化处理した後, 発酵工程でエタノールに変換される。エタノール生成に酸素を要求しないことから, エタノール発酵は一般的に嫌気または微好気条件下で実施される。*Zymomonas* 属細菌の場合には, エントナー・ドウドロフ経路, その他の微生物の場合には, 解糖によりエタノールに変換される。

問2. SDGs 達成に寄与できる排水・廃棄物処理（消化）技術を1つ挙げ、概要（使用微生物、基質、代謝、プロセスなど）について300字程度で説明せよ。（25点）

(A) 嫌気消化法（メタン発酵）方…生ごみ、アルコール蒸留廃液・パーム油搾油廃液、パルプ製造廃棄、尿尿・畜産廃液の処理に用いられる。メタン発酵は嫌気プロセスであり、①加水分解、②酸生成、③メタン生成の3段階に分けられる。①加水分解では、構成有機物（炭水化物、タンパク質、脂質など）は加水分解によって低分子化合物（単糖類・少糖類、アミノ酸、脂肪酸など）にまで分解される。②酸生成では、①で得られた低分子化合物により、ギ酸、酢酸、乳酸、プロピオン酸、酪酸などの低分子有機酸、エタノール、ブタノールなどの低分子アルコール、および二酸化炭素、水素などが生成される。③メタン生成では、酢酸資化性メタン菌によって酢酸からメタンと二酸化炭素が生成され、水素資化性メタン菌によって酢酸と二酸化炭素からメタンが生成される。

活性汚泥法…生活有機排水、産業有機排水の処理に用いられる。複合微生物系の凝集体である活性汚泥を用いた好気プロセスであり、排水に溶解する有機物、窒素化合物、リンなどが活性汚泥中の微生物の同化または異化により代謝される。通常、好気槽と嫌気槽が並列している。好気槽では、有機物の異化は、好気分解により主にCO<sub>2</sub>として、排水外に除去される。さらに、アンモニアは硝化により硝酸にまで酸化される。さらに、硝化循環液として嫌気槽に送られた後、嫌気槽で硝酸は脱窒により分子状窒素に還元され、排水外に除去される。処理後、最終沈殿池にて、分けられた溶液は処理水とともに環境に放出されるが、沈殿物は一部は返送汚泥として、処理槽に送られるが、残りは余剰汚泥として副生される。

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  
出題意図

科 目 名：専門科目

専 攻：生命機能科学

教育コース：システム生物工学



問題 1. 土壌環境微生物学分野で研究するために必要な基礎的な生化学の知識を問う。

問題 2. 土壌環境微生物学分野で研究するために必要な専門的な応用微生物学、環境微生物学および環境科学の知識を問う。