2026年度　酪農学研究科　修士課程　第2期入学試験問題

（必修：__酪農機械学__）

【解答又は解答例】

問題 1. メタン発酵の原理を簡潔に説明した上で，食品系廃棄物をメタン発酵処理することの環境的・資源循環的な利点を述べなさい。

メタン発酵とは，酸素のない条件下で微生物が有機物を分解し，メタンと二酸化炭素を主成分とするバイオガスを生成する処理技術である。食品系廃棄物に含まれる糖質，脂質，タンパク質などは，微生物の働きによって段階的に分解され，最終的にエネルギーとして利用可能なメタンが生成される。このメタンは燃料として利用可能であり，電力や熱として活用することができる。食品系廃棄物をメタン発酵処理することの環境的利点として，廃棄物中の有機物をエネルギーとして回収できる点が挙げられる。これにより，化石燃料の使用量を削減でき，二酸化炭素をはじめとする温室効果ガス排出量の削減に寄与する。また，食品系廃棄物を焼却や浄化処理する処理方法と比較して，エネルギー回収を伴う処理が可能であり，廃棄物処理に伴う環境負荷の低減が期待できる。さらに，資源循環の観点では，食品系廃棄物をエネルギー資源として有効活用するとともに，発酵後に残る消化液や消化残渣を肥料や土壌改良材として利用できる点が重要である。これにより，有機物や栄養分を農業生産に還元する循環型利用が可能となり，廃棄物の減量化と資源の有効利用を同時に実現できる。以上より，食品系廃棄物のメタン発酵処理は，環境負荷の低減と資源循環の促進を両立する有効な手法である。

問題 2. 以下の語句から 5 つ選択して 1～2 行程度で解説せよ。

1）カーボンニュートラル　2）再生可能エネルギー　3）FIT 制度　4）堆肥化　5）副資材（メタン発酵処理における）
6）温室効果ガス　7）メタン発酵消化液　8）グリーン水素　9）スマート農業　10）バイオマス

選択番号：　1）

エネルギー利用や産業活動などで排出される温室効果ガスと，植林や炭素回収技術などにより吸収・除去される量を均衡させ，実質的な CO_2 排出量をゼロにする概念。気候変動対策として国際的に推進されている。農業分野では再生可能エネルギーの活用，バイオマス利用，土壌炭素貯留などによる貢献が期待される。

選択番号：　2）

太陽光，風力，水力，地熱，バイオマスなど，自然界で再生される資源を利用したエネルギー。持続可能で CO_2 排出が少なく，脱炭素社会の実現に寄与する。枯渇しないエネルギー。資源循環や地域分散型エネルギーとしての役割も大きく，農村振興にも寄与する。賦存量が大きい地域（北海道・東北など）と電力需要が高い都市部とで立地が乖離しており，系統整備や需給調整が課題となっている。

選択番号：　3）

固定価格買取制度。2012 年に日本で導入され，再生可能エネルギーで発電した電力を，国が定めた価格で一定期間電力会社に買い取らせる制度。普及促進を目的とし，設備導入の投資回収を保証して導入・普及を支援した。買取費用は電気料金に上乗せされる形で国民が負担しており，制度の持続可能性や公平性が課題となっている。現在は市場連動型の FIP 制度への移行が進む。

選択番号：　4）

堆肥化とは，家畜ふん尿や食品残渣，作物残さなどの有機性廃棄物を，好気性微生物の働きによって分解・安定化させ，堆肥として再利用する処理方法である。堆肥化の過程では，適切な水分や空気供給，温度管理が重要であり，これらの条件が整うことで有機物は効率的に分解される。生成された堆肥は，土壌の物理性や養分状態を改善する効果があり，化学肥料の使用量削減にもつながる。堆肥化は廃棄物の減量化と資源の循環利用を同時に実現する技術である。

選択番号：　5）

副資材とは，メタン発酵や堆肥化などの有機物処理において，主原料の性状を改善する目的で添加される補助的な材料である。家畜ふん尿を主原料とするメタン発酵では，ふん尿量や性状が季節や飼養条件によって変動しやすく，そのままでは発酵が不安定になる場合がある。副資材は，過度な酸生成や発酵阻害の発生を抑制し，安定したメタン生成を維持する役割を果たす。例えば，農場内で発生する食品残渣や有機性廃棄物は，家畜ふん尿のメタン発酵において副資材として利用されることがある。

選択番号：　6）

地面から放射された赤外線の一部を吸収・放射することにより地表を暖める働きがあるとされるもの。人間の活動によって増加した主な温室効果ガス（GHG）には，CO_2 （二酸化炭素），CH_4 （メタン），N_2O（一酸化二窒素），フロンガスなどがある。なお，温室効果の大きさは気体によって異なり，例えば CH_4 は CO_2 の 25 倍、N_2O は 298 倍の温室効果がある。畜産由来では家畜の腸内発酵による CH_4，肥料使用による N_2O 排出が重要課題となっている。気候変動対策として農業からの排出削減が求められている。

選択番号：　7）

メタン発酵後に残る液状の残渣で，窒素やカリウムなどの肥料成分を含む。液肥として農地に還元でき，化学肥料の代替や土壌改良材として利用可能。散布するための十分な農地面積の確保が必要。輸送・散布に要する労力が大きい。消化液の散布に伴う臭気は強いものではない。消化液は炭素の含有率が堆肥等と比べて小さいので土壌への蓄積量は少ないが，一定の炭素蓄積効果がある。

選択番号：　8）

グリーン水素とは，太陽光や風力などの再生可能エネルギーによって発電された電力を用いて製造された水素であり，製造過程で二酸化炭素を排出しない点が特徴である。化石燃料由来の水素と比べて環境負荷が小さい。エネルギーの貯蔵や輸送が可能なエネルギーキャリアとして，脱炭素社会の実現に向けて重要な役割が期待されている。

選択番号：　9）

ロボット，AI，IoT 等の先端技術を活用して，省力化・精密化や高品質生産を実現する新たな農業のこと。センサやドローンによる気象・土壌・作物のデータ収集により，作業状況や生育状態の「見える化」が進み，施肥・灌水の最適化が可能となる。高齢化や労働力不足の対策、環境負荷の低減にも貢献する。導入コストや機器操作に習熟した人材の確保などの課題もある。

選択番号：　10）

バイオマスとは生物資源（bio）の量（mass）を表す概念で，「再生可能な，生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」を意味する。具体的には，家畜ふん尿，食品廃棄物，稲わら，麦わら，木質チップなどが含まれる。バイオマスを燃焼させた際に放出される二酸化炭素は，化石資源を燃焼させて出る二酸化炭素と異なり生物の成長過程で光合成により大気中から吸収した二酸化炭素であるため，バイオマスは大気中で新たに二酸化炭素を増加させない「カーボンニュートラル」な資源である。バイオマスには（1）廃棄物系バイオマス，（2）未利用バイオマス，（3）資源作物に分類される。地域内で適したバイオマス変換技術により有用な製品やエネルギーに変換し利活用することが求められている。