

2026年度 酪農学研究科 修士課程 第1期入学試験問題

(必修： 酪農機械学)

【解答又は解答例】

問題 1. 有機性廃棄物のバイオマス変換技術である「好気性発酵（堆肥化）」を適正に行うための必要な条件について説明しなさい。

好気性発酵（堆肥化）は、有機性廃棄物を微生物の働きによって分解・安定化させ、肥料として再利用可能な資源に変換する技術である。良質な堆肥を得るためには以下の6つの条件を適正に整えることが必要である。

・好気性微生物の活性維持

堆肥化の主役は酸素を必要とする好気性微生物である。これらの微生物がふん尿などの有機物を分解し、水分を減らしながら悪臭を抑えるため、好気的な環境を維持することが重要である。

・栄養バランスの確保

微生物が活動するためには、適切な炭素源と窒素源のバランスが必要であり、一般的に C/N 比は 25～35 程度が望ましいとされる。

・水分含量

微生物の代謝に必要な水分は、含量が過剰でも不足でも発酵が進まない。おおよそ 55～65%程度が最適とされる。

・空気（酸素）供給

好気性発酵には酸素が不可欠であり、堆積物内に十分な空気が供給されるよう、定期的な切り返しなどによって通気性を確保する必要がある。

・温度管理

微生物の活動に伴い堆肥内部の温度は上昇し、発酵熱により 60℃以上になることで病原菌や雑草種子が死滅し、衛生的な堆肥となる。温度が適正に上がる環境調整が必要である。

・時間経過と切り返し

発酵が進むには一定の期間が必要であり、適切な時期に切り返しを行うことで全体の分解を均一に進めることができる。

以上の6条件（栄養分、水分、空気、微生物、温度、時間・切り返し）を適正に整えることで、ふん尿臭が抑えられ、取扱いやすく、有効な土壌改良材や有機質肥料としての機能を備えた良質な堆肥を製造することが可能となる。

問題 2. 以下の語句からについて、5つ選択して150字程度で解説せよ。

- 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) メタン発酵 5) メタン発酵消化液 6) 温室効果ガス 7) 戻し堆肥
8) 水分調整材 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 CO₂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 CO₂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)

家畜ふん尿や食品残渣などの有機物を嫌気性微生物が分解し、メタン (CH₄) と二酸化炭素 (CO₂) を主成分とするバイオガスを生成するプロセス。エネルギー化と同時に、廃棄物処理・温室効果ガス削減・消化液の肥料化も可能。再生可能エネルギーと資源循環の両面で注目される。原料中の固形分はメタン発酵により分解されるものの、水分はほとんど失われず、処理前後で量の変化はない。密閉された反応槽内で処理されるため、周囲への臭気拡散が抑えられ、臭気対策としても有効である。

選択番号： 5)

メタン発酵後に残る液状残渣で、窒素やカリウムなどの植物栄養素を多く含む。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： 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、CO₂ (二酸化炭素)、CH₄ (メタン)、N₂O (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 CH₄ は CO₂ の 25 倍、N₂O 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 CH₄、肥料使用による N₂O 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)

圃場での肥料用途以外に用いる堆肥の総称。畜産農家等で生産された堆肥を水分の低い状態にして、敷料や副資材として利用する堆肥。堆肥を戻し堆肥として利用するためには、堆肥の水分が低く、粉となって舞い上がらない程度の水分と形状になっていることが必要となる。戻し堆肥をおがくずなどの代替とすることで、水分調整資材や敷料のための経費を節減でき、さらにはそれらを自前で安定的に入手できるといった利点が得られる。また、完熟した戻し堆肥を敷料とすることで、搾乳牛の乳房炎対策にも有効であるとの報告もある。

選択番号： 8)

土壌や堆肥、家畜の敷料などの水分量を調整し、適切な状態に保つための資材のこと。これにより、植物の生育環境の改善や家畜の衛生環境を向上させる効果が期待される。オガ粉、もみ殻、剪定枝粉碎物、稲わら、麦わらなどの有機質資材が使用される。余分な水分を吸収するとともに、通気性や C/N 比の調整にも寄与し、良好な堆肥化環境の構築に役立つ。家畜ふんより分解速度は遅いものの、乾物分解により、材料中の水分を蒸発させるメリットがある。

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。