

専門科目〔農産食料流通工学〕

下記の6問の中から4問選択して解答せよ。(25点×4問=100点)

1. ある気体が初圧 $P_1=6,000$ kPa, 体積 $V_1=3$ m³ の状態から圧力 $P_2=500$ kPa, 体積 $V_2=36$ m³ の状態に可逆的に膨張した。途中の経過が, (a) PV 線図上で直線的に変化するとき, (b) $PV=$ 一定に従い変化するとき, それぞれの変化を PV 線図上に図示するとともにそれらの仕事量を求めよ。ただし, $\ln 12=2.485$ とする。
2. 保温材 1, 2 の熱伝導率を λ_1, λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とする。これを長さ L , 外半径 10 cm の管 A に同心円状に保温施工する。(a) では, 保温材 1 の厚さが 8 cm になるように管 A に施工し, その外側に保温材 2 の厚さが 12 cm になるように施工する。(b) では, 保温材 2 の厚さが 16 cm になるように管 A に施工し, その外側に保温材 1 の厚さが 4 cm になるように施工する。このとき, 以下の問いに答えよ。ただし, 管 A の外表面温度を θ , 保温施工した外側の保温材外表面温度を θ' とする。
 - (1) (a) と (b) において, 保温材を通して流れる伝熱量をそれぞれ示せ。ただし, 自然対数については $\ln$ の形をそのまま残し, 記号もそのまま残してよい。
 - (2) (a) のほうが保温効果が大きいことを証明せよ。
3. 農産施設に関する次の用語について簡単に説明せよ。
 - (1) MA 包装
 - (2) テンパリング乾燥
 - (3) カントリエレベータ
 - (4) 摩擦式精米機
 - (5) ストール式牛舎
4. 農産物の低温貯蔵の意義と留意すべき点について述べよ。
5. 農産物の非破壊評価法の例をあげ, その目的と計測原理, 特徴について述べよ。
6. ロール式粃摺り機とインペラ式粃摺り機について, それぞれの粃摺り原理と特徴を述べよ。

1. [例解]

各々の変化は右図の通りとなる。

仕事量は各々の面積から求める。

(a) 台形の面積として求める。

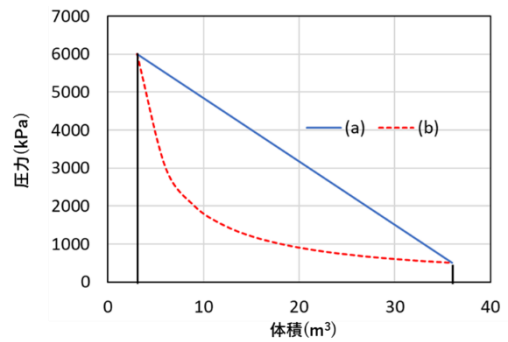
$$W_{12} = (1/2) \times (6000 + 500) \times (36 - 3) = 1.073 \times 10^5 \text{ kJ}$$

(b) 積分して求める。

$$PV = P_1 V_1 = P_2 V_2 = C \quad (\text{一定})$$

なので,

$$\begin{aligned} W_{12} &= \int_1^2 P dV = \int_1^2 C \frac{dV}{V} = C \ln \frac{V_2}{V_1} = P_1 V_1 \ln(V_2/V_1) = 6000 \times 3 \times \ln(36/3) = 1800 \times 2.485 \\ &= 4.473 \times 10^4 \text{ kJ} \end{aligned}$$



2. [例解]

$$(1) Q_a = 2\pi L(\theta_1 - \theta_2) / \{ (1/\lambda_1) \ln(18/10) + (1/\lambda_2) \ln(30/18) \}$$

$$Q_b = 2\pi L(\theta_1 - \theta_2) / \{ (1/\lambda_2) \ln(26/10) + (1/\lambda_1) \ln(30/26) \} \quad (\text{それぞれ約分してもよい})$$

(2) 両者を比較するため、先の伝熱量について分母の差をとると,

$$(Q_a \text{ の分母}) - (Q_b \text{ の分母}) = (1/\lambda_1 - 1/\lambda_2) \ln(156/100) > 0 \quad (\lambda_1 < \lambda_2 \text{ より})$$

よって、 $Q_a < Q_b$ となる。ゆえに、(a)のほうが保温効果が大きい。

3.

(1) MA 包装 (Modified Atmosphere Packaging)

食品や農産物を包装する際、包装内の気体成分（酸素、二酸化炭素、窒素など）を調整することで、呼吸作用や微生物の活動を抑え、鮮度保持や保存期間延長を図る方法。特に果物や野菜で多用される。

(2) テンパリング乾燥

農産物（例：米）を乾燥させる際、途中で一定時間休ませる（テンパリング）ことで内部の水分を均等に拡散させ、割れや品質劣化を防ぐ乾燥方法。効率的かつ高品質な乾燥が可能。

(3) カントリーエレベータ

主に穀物の貯蔵・集荷・搬送を行う大型施設。サイロやエレベータコンベアが備えられ、大量の穀物を効率的に処理・保管することが可能。農協や穀物集荷業者により運営される。

(4) 摩擦式精米機

米粒同士や米粒と研削材の摩擦を利用して、粃や玄米の表皮を削り取る精米機。均一な精米が可能であり、一般的な精米方法として広く利用されている。

(5) ストール式牛舎

牛を固定した状態で飼育する方式の牛舎。各牛が個別のスペース（ストール）に収容され、飼料給与や搾乳が容易で管理効率が高い。一方、運動不足になりやすいという欠点もある。

4. まず、農産物の低温貯蔵の意義についてであるが、低温貯蔵は、農産物の品質保持と保存期間の延長を目的として行われる。低温環境では、細胞内の代謝活動や呼吸作用が抑制され、腐敗や品質劣化の進行が遅くなる。また、微生物の増殖も低温によって抑えられるため、カビや病害の発生を防ぐ効果がある。これにより、新鮮な状態で農産物を流通させることが可能になり、消費者に高品質な製品を提供できる。また、収穫期と消費期のギャップを埋めることで、需要と供給の安定化を図ることができる。

つぎに、留意すべき点は以下に列挙するとおりである。

① 適切な温度管理:

農産物ごとに適切な保存温度が異なり、低温障害が懸念される品目もあるため、品目に応じた温度設定が必要である。例えば、果実や野菜では通常 $0^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ が推奨されるが、低温障害が発生する温度以下や凍結点以下になると品質が劣化するため注意が必要。

②湿度の管理:

過度な乾燥は水分喪失による鮮度低下を招き、一方で高湿度はカビや病害の原因となる。適切な湿度（通常 $80\sim 95\%$ ）を維持することが重要である。

③エチレンガスの管理:

一部の農産物（例：リンゴ、バナナ）はエチレンガスを発生させ、他の農産物の成熟を促進するため、混載する場合はエチレンガスの除去装置を使用するなどの対策が求められる。

④冷却速度:

収穫直後の農産物は速やかに冷却することで品質劣化を防ぐ。冷却速度が遅いと、呼吸作用が活発なまま劣化が進む可能性がある。

⑤貯蔵中のモニタリング:

温度や湿度、ガス濃度などを定期的に監視し、適切な環境が維持されていることを確認する必要がある。

以上、低温貯蔵を適切に行うことで、農産物の価値を最大限に保ちながら市場への安定供給が可能となる。

5. [例解]赤外線スペクトル分析は、農産物の非破壊評価法の一つとして、成分分析や品質評価に活用されている。この手法は赤外線を物質に照射し、分子振動に応じた特有の吸収スペクトルを検出する計測原理に基づく。農産物では、糖分、タンパク質、水分、脂質などの成分がスペクトルに反映され、これにより成分の濃度や品質の劣化度合いを推定できる。非破壊的な測定が可能のため、サンプルを損傷せずに評価を行い、検査後も商品価値を維持できる点が特徴である。さらに、測定が迅速であるため、大量検査や出荷前検査に適している。リアルタイムでデータを取得できるため、品質管理の効率化にも寄与する。このように赤外線スペクトル分析は、高精度かつ効率的な農産物の品質評価手法として重要である。

6.

ロール式初摺り機

籾摺り原理:

ロール式籾摺り機では、ゴム製または金属製の 2 本のロールが一定の間隔で並び、その間に籾が通過する際に圧力と摩擦が加わることで籾殻が除去される。ロール間の摩擦力と圧力のバランスを調整することで、効率的な籾摺りが可能となる。

特徴:

摩擦力による除去が主体であり、籾粒の破損が比較的少ない。

ロール間の調整が簡単で、異なる品種や水分量の籾に対応しやすい。

処理能力が高く、大規模農業や商業用に適している。

部品の摩耗により、ロールの定期交換が必要でランニングコストが発生する。

インペラ式籾摺り機

籾摺り原理:

インペラ式では、回転するインペラ（羽根）によって籾を高速で壁面や他の籾に衝突させ、衝撃力で籾殻を除去する仕組みとなっている。衝撃を利用するため、籾摺り効率は回転数や衝突強度に依存する。

特徴:

衝撃力を利用するため、効率的な籾摺りが可能。

シンプルな構造でメンテナンスが容易。

籾粒に対する力が強く、破損率がロール式よりやや高い可能性がある。

小型の装置が多く、家庭や小規模農家向けに適している。

比較まとめ

ロール式は精度と品質を重視した大規模処理向けで、インペラ式は構造が簡便で小規模利用に適している。選択は使用環境や目的に応じて異なる。

九州大学大学院生物資源環境科学府

環境農学専攻

修士課程

令和7(2025)年度

【一般入試】入学試験問題

専門科目

生産環境科学教育コース

農産食料流通工学

出題意図

問 1 農産食料流通工学分野で研究するために必要な基礎的な熱力学の知識を問う。

問 2 農産食料流通工学分野で研究するために必要な基礎的な熱工学の知識を問う。

問 3 農産食料流通工学分野で研究するために必要な専門的な農産施設の知識と簡潔な表現力を問う。

問 4 農産食料流通工学分野で研究するために必要な専門的な農産食料プロセスの知識と課題解決能力を問う。

問 5 農産食料流通工学分野で研究するために必要な専門的な農産施設における非破壊評価の知識を問う。

問 6 農産食料流通工学分野で研究するために必要な専門的な農産食料プロセスの知識を問う。