

保冷箱による食品の品質保持について

1. はじめに

食品が製造されてから消費者が口にするまでの品質劣化を抑えるために、食品製造業者は加熱殺菌やpH調整、真空包装など様々な工夫を凝らしています。その一つとして食品を低温で保持することで、温度に依存する食品中の化学反応や酵素反応及び微生物の増殖が抑えられ保存性が向上します。

惣菜やケーキ等の痛みやすい食品の販売時には、保冷剤と共に保冷箱（バック）に入れることで、低温を維持し品質保持を図ることや、アイスクリームが溶けるのを防ぐことができます。

2. 保冷剤の種類

一般的な保冷剤は水をベースとしており、0℃付近での融解熱を利用して保冷します。より低温を維持するためには、保冷剤の組成を変化させることで-5~-30℃を維持するタイプやドライアイスがあります。

3. 保冷時間の推定

保冷箱や保冷剤を用いた低温保持時間は、外気温や保冷箱の材質、保冷剤の量などに依存します。ここでは、一般的な発泡スチロールの保冷箱を用いた場合で次表をもとに保冷時間を推定してみます。

表 パラメータ等

発泡スチロールの熱伝導率	0.04 W/(m・K)
水の融解熱	80 cal/g
水(氷)の比熱	1(0.5) cal/(g・K)
保冷箱の厚さ	0.01 m(1 cm)
保冷箱の表面積	0.1 m ²

熱の移動の要因として、断熱材の熱伝導に注目して考えます。熱伝導率の単位はW/(m・K)なので、熱の流入は断熱材の温度差と厚みに比例することが判ります。

発泡スチロールの熱伝導率 0.04 W/(m・K)から、温度差が1℃で厚さが1cmの時には1m²の平面を4 Wの熱が流入することになります。推定する箱の表面積0.1 m²なので、温度差が1℃の時の熱流入は0.4 W=0.4 J/s = 0.097 cal/s = 350 cal/hになります。箱内部の温度を10℃、外気温を25℃とすると温度差は15℃であるから5250 cal/hの熱が流入することになります。

通常の保冷剤は水が主成分なので、初期温度を-20℃とし10℃まで上昇する間に利用できるのは、水の融解熱(80 cal/g)及び氷の比熱(0.5×20=10 cal/g)、水の比熱(1×10=10 cal/g)の合計100 cal/gです。保冷剤が200 gとすると20,000 calの熱を吸収することができます。

両者を除することで3.8時間10℃で保冷できることが予想できます。

4. 実際の保冷時間

実際の保冷時間は保冷箱の形状や内容物、保冷剤の位置によっても変わるため、図1のように現物で確認する必要があります。図2は推定で用いた保冷箱



図1 実測例

を25℃の恒温器に入れて試験した結果です。保冷剤は5時間にわたり0℃付近を維持し、食品表面は約4時間10℃以下を保ったことが読み取れます。一見推定よりも長時間保冷された様に見えますが、これは温度ムラによると考えられます。保温箱の内でも上下の位置や保冷剤からの距離が異なるため、保冷剤から遠い食品の部分では10℃以上であったと考えられます。

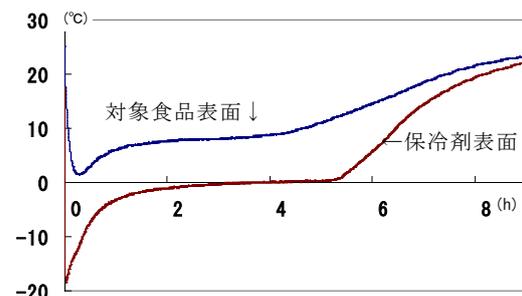


図2 保冷箱中の温度変化

5. まとめ

保冷箱等を利用する際は、外気温や日射等の使用環境が多岐にわたることを想定した上で利用する必要があります。単純な計算だけではなく、断熱材や保冷剤の特性を把握した上で検討・選定することによって食品の品質保持が可能になります。



食品工業技術センター 保蔵包装技術室 市毛将司 (052-521-9316)
研究テーマ：食品等の固形異物検出デバイスの開発
担当分野：食品の製造技術、環境対策