

食品輸送에

드라이 아이스를

1. 序 論

바야흐로 暴暑를 앞두고 各種 新鮮食品(果茶類, 魚肉類, 獸肉類)과 加工食品等이 高溫多濕으로 因하여 變質腐敗가 屢러되므로 이들 食品의 安全的이며 보다 效果的인 輸送手段이 절실히 요청되는 때가 왔다. 冷드체인의 普及에 따라서 食品 低溫輸送의 重要性은 점차 高調되고 있으며 이에 따른 技術과 手段方法이 冷凍車에 의한 方法, 液體窒素에 의한 方法과 드라이 아이스에 의한 方法등 여러 方面으로 技術의이며 效果的인 諸問題를 講究하고 있지만 드라이 아이스에 의한 冷凍輸送方式이 가장 一般的이며 널리 使用되고 있다. 最近의 情報에 따르면 美國에서는 드라이아이스가 冷食이나 航空機內食등에서 일찍이 보지못했던 飛躍의인 消費伸張을 나타내고 있다고 전해지고 있음은 드라이아이스가 갖고있는 特性이 세삼스럽게 달리보게된 證在가 아닌가 생각된다. 즉 드라이아이스는 冷却力이 크고 포대의 重量이 적은데 부가해서 드라이아이스가 昇華해서 發生되는 炭酸가스는 食品의 酸化防止와 細菌繁殖을 抑制하므로 해서 食品의 鮮도와 壽命(shelf life)를 延長시키는 相乘效果 때문에 單 冷媒에서는 全然 찾아볼 수 없는 큰 特徵을 갖고있다고 말할수 있겠다. 그러므로 우리나라에서도 앞으로 食品의 低溫輸送面에는 相當한 消費의 伸張을 豫想할 수 있겠으나 先進諸國과는 달리 技術이나 價格面등을 考慮한 나머지 아직은 아이스크림輸送에 一部 業者가 利用하고 있을 程度이므로 보다 廣範圍하게 利用하여 安全食品을 一般消費者에게 進해줄 수있도록 권장하는 바이다.

2. 드라이 아이스의 性狀과 冷却力

드라이아이스는 固形二酸化炭素의 商品名으로서 그 製造方法을 概略의으로 말하면 精製處理된 炭酸가스를 壓縮冷却시켜서 얻은 液體炭酸을 成型機密室內에서 斷熱膨脹시켜 얻어지게되는 드라이스노-를 壓縮成型시켜 만든다. 드라이아이스는 普通 一邊이 25cm의 立方體로서 그 무게는 約 25kg인 純白大理石模樣의 固體이지만 簡單히 節片이든가 小片으로 分割해서 쓸수도 있다.

드라이아이스는 固體에서 直接 氣體로 變化된다. 이를 昇華라고 말하는데 昇華된 때에 주위로 부터 多量의 熱을 吸收하게된다. 이것을 昇華潛熱이라고 하는데 이 潛熱이 큰 冷媒일수록 冷却力이 크다고 할수가 있다. 드라이아이스의 大氣속에서 昇華溫度는 -78.9°C 이며 그의 昇華潛熱은 1kg當 137kcal이다. 그러나 -78.9°C 에서 0°C 까지 溫度를 올라가게 하기위한 熱量은 가스比熱 0.2kcal/kg로 해서 $(0 \sim -78.9) \times 0.2 = 16\text{kcal/kg}$ 로 되므로 0°C 에 있어서의 '冷却力'은 1kg當 $137 + 16 = 153\text{kcal}$ 가 된다. 이것은 같은 0°C 에 있어서 液體炭酸의 冷却力, 80kcal/kg ($20\text{kg/cm}^2, -18^{\circ}\text{C}$), 液體窒素의 冷却力 84.6kcal/kg ($8\text{kg/cm}^2, -172^{\circ}\text{C}$)에 比하여 1.8~1.9 倍에 相當하는 冷却力인 셈이다.

3. 드라이 아이스와 얼음과의 比較

드라이아이스와 얼음의 冷却力을 0°C , 1kg에 대하여 比較하면 얼음의 融解潛熱은 80kcal이므로

$$\frac{\text{드라이아이스의 冷却力}}{\text{얼음의 却冷力}} = \frac{153\text{kcal}}{80\text{kcal}} = 1.9\text{倍}$$

또한 同一한 容積에 있어서의 冷却力은 $1.9 \times 1.7 = 3.2\text{倍}$ 즉 드라이아이스의 冷却力은 同一한 容積에 있어서 얼음의 3.2배가 크다고 할수있는 것이다. 그 때문에 鐵道貨車, 船舶, 추력, 保冷

또는 冷凍車의 冷却劑로서는 스페이스節減에 따르는 冷却物 收容量의 增大와 어름으로서는 到達시킬수 없는 低溫輸送이 可能하다는등 大端히 우수한 冷媒인 것이다.

4. 食品, 有効期間에 미치는 영향

드라이아이스의 昇華로서 發生되는 炭酸가스는 無色, 無臭, 無害이며 食品에 接하는 空氣를 遮斷除去시키고 油脂類나 비타민類의 酸化防止와 炭酸가스가 갖고있는 靜菌作用(Germistatic action)에 의해서 有害한 細菌, 곰팡이, 酵母 등의 微生物의 繁殖을 抑制하고, 食品의 鮮度, 風味의 維持와 Shelf life를 延長시킬 수가 있는 것이다. 이는 單 冷媒에서 볼수 없는 附加의 効果로서 드라이아이스가 갖는 큰 特徵인 것이다. 또한 炭酸가스의 分壓에 의하여 輸送中 靑果物의 追熟→腐敗를 抑制시키므로 해서 鮮度라든가 風味를 保持시켜 그야말로 效果인 것이다. 드라이아이스는 雜菌이 붙지못하므로 백신(Vaccine), 血清, 血液 등의 輸送에 大端히 重要한 冷媒가 되는 것이다.

5. 드라이 아이스의 使用方法

드라이아이스를 效果的이며 經濟的으로 使用하기 위해서는 아래 事項을 잘 알아두어야 할 것이다.

- 1) 드라이아이스의 必要量을 表 1의 算出方法으로 正確히 算出할 것.
- 2) 輸送時間, 外氣溫度 등의 환경 조건에 따라 싸는 方法이라든가 크기를 달리 할 것.
- 3) 冷凍物 以外는 直接 商品에 接觸되지 않도록 할 것.
- 4) 室內의 크기에 따라 分散配置하거나 豫備的인 冷却을 할 때는 작게 싸아서 뿌려둘 것.
- 5) 室內 品溫管理의 自動化와 드라이아이스를 經濟的으로 使用하기 위해서 드라이아이스 쿠라를 採擇할 것도 바람직하다.
- 6) 창문의 開閉頻도가 많은 2톤추력 以下의 작은 低溫輸送車에는 드라이아이스 쿠라 또는 드라이아이스 쿠라와 液化炭酸의 併用方式을 採擇

함이 가장 效果的이며 經濟的이다.

7) 페레타이자로 만들어지는 드라이아이스펠(徑 10~30mm, 길이 30~70mm의 棒狀)은 面積이 크므로 冷却效果가 크고 작은 切片으로 만드는데 수고를 뺄수있으며 쓰기쉬운 特徵이 있다. 이 펠은 美國에서는 드라이아이스消費量의 約 20%를 차지하고 있다고 하며 日本에서도 펠은 將來性이 있다고 豫想되고 있다.

8) 直接冷却을 할때 品溫低下와 靜菌作用의 相乘效果가 있다는 것.

드라이아이스에 의한 低溫輸送은 機械冷凍式에 比하여 取扱이 容易하고 故障도 일어나지 않으며 高價의 機械設備을 할 必要가 없다. 이니 살코스트나 런닝코스트도 가장 싸게먹혀 經濟的이다. (例 2톤車 以下의 冷藏車와 冷凍車의 경우). 드라이아이스쿠라의 價格도 單冷却方式에 比하여 極히 低廉하고 故障도 없고 여러面에서 손이 덜 든다.

6. 드라이 아이스의 所要量算出

컨테이너, 冷凍, 冷藏車(추력, 貨車) 등으로 低溫輸送할 경우, 그 輸送容器, 輸送車의 性能, 外氣溫度, 室內設定溫度 등을 고려해서 낭비없는 經濟的인 드라이아이스所要量을 算出함이 重要하다.

$$\text{드라이아이스所要量} = \frac{A \cdot Hr \cdot \Delta t \cdot K}{150} a$$

A = 內壁面積(m²)

Hr = 輸送時間

Δt = 溫度差(外氣溫과 室內設定溫度와의 差)

K = 보디의 熱貫流率(Kcal/m², hr, °C)

150 = 드라이아이스의 -15°C에서의 冷却力(kcal/kg)

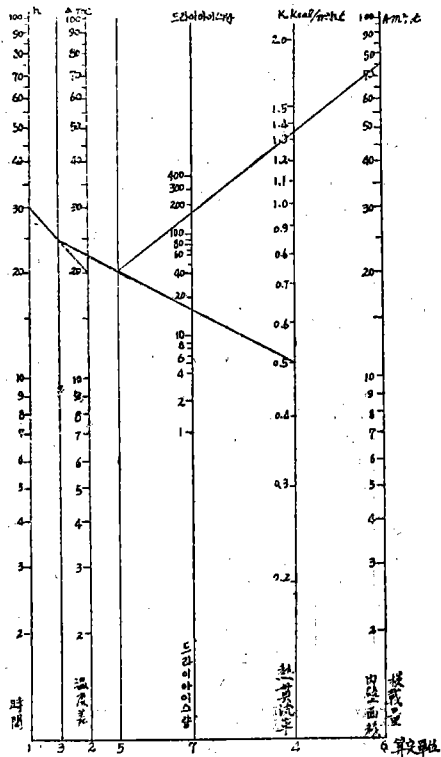
a = 여유율(아이스크림, 食品 : 1.2~1.3, 冷凍食品 : 0.5)

熱貫流率 K는 斷熱材의 熱傳導率을 부피로 除한 數值로 나타낼 수가 있다.

가령 熱傳導率 0.016kcal/m, hr, °C로서 70mm 斷熱이라고 하면

$$K = 0.016 \text{kcal/m, hr, } ^\circ\text{C} / 0.070 = 0.23 \text{kcal/m}^2, \text{ hr, } ^\circ\text{C} \text{로 된다.}$$

表 1 低溫輸送用 드라이 아이스量 算出表



$$\text{드라이 아이스 kg} = \frac{k \cdot A \cdot h \cdot \Delta t}{150} \cdot d$$

$$k = \frac{\text{熱傳導率}}{\text{부피}}$$

k = 熱貫流率

Δt = 溫度差

外氣溫度 - 室內溫度

h = 輸送時間

A = 內壁面積

d = 여유율 1.2~1.3

도표使用例

- ① 輸送時間, 溫度差를 決定하여 줄을 그어 ③線과의 交叉點을 求한다. ①
- ② k를 決定하여 k點과 ①에서 얻은 交叉點을 줄과 그어서 ⑤線과의 交叉點을 얻는다. ②
- ③ 內壁面積을 決定한다. 面積을 測定할 수 없으면 積載量으로 決定한다. 內壁面積의 點과 앞서 구한 ②點을 줄로 이어서 드라이 아이스量線과의 交叉點을 求하면 이것이 드라이 아이스量이 된다 여기서 여유율 1.2를 乘하면 必要量을 求하게 된다.

$$170 \times 1.2 = 200 \text{kg}$$

斷熱材의 種類에 따른 K의 값을 나타내자면

100mm 發泡포리우레탄	0.30kcal/m ² ,hr,°C
70mm " "	0.40kcal/m ² ,hr,°C
50mm " "	0.50~0.60kcal/m ² ,hr,°C

이며 發泡포리우레탄이 가장 뛰어난 斷熱材인 것이다.

7. 드라이 아이스의 特性

드라이 아이스의 特性 그중에서도 長點이 많은데 이를 液化炭酸(탱크), 液化炭酸(봄베), 液體窒素와 比較해보기로 하면 表 2와 같으며 液化炭酸과 드라이 아이스併用方式과 液體窒素方式, 機械冷凍方式, 히트бат테리 方式과를 比較하면 表 3과 같다.

表 2 드라이 아이스, 液化炭酸(탱크, 봄베), 液體窒素의 比較

	드라이 아이스	液化炭酸(탱크)	液化炭酸(봄베)	液體窒素
分子式	CO ₂	CO ₂	CO ₂	N ₂
分子量	44	44	44	28
氣化潛熱	昇華熱 137kcal/-78.9°C	66(-18°C)	37(20°C)	48(-196°C)
沸點	昇華點 -78.9	-56.6	-56.6	-196
比重	kg/l 1.46~1.56	1.02(-18°C)	0.77(20°C)	0.81(-196°C)
0°C에서의 冷却力	153kcal/kg	78	56	96(85)

드라이아이스의 冷却力을 100으로 할때	100	51	35	63(56)
貯藏運搬로스	% 15	0	0	1
食品에 對한 効果	酸化防止靜菌作用	酸化防止靜菌作用	酸化防止靜菌作用	酸化防止

表 3 低溫輸送方式의 長短點比較表(2 톤車)

	機 能 과 性 能		保 全		經 濟 性	
	長 點	短 點	長 點	短 點	長 點	短 點
드라이아이스方式	1. 冷却力이 크고 取扱이 容易 2. 故障과 騒音이 없음 3. 室內溫度調節이 可能 4. 食品의 셀프라이프延長 5. 포대의 重量이 없다	1. 急速冷却이 困難	1. 整備와 點檢의 必要性이 없다	1. 드라이아이스의 保存期間이 짧다 (1~3日)	1. 가장 經濟性이 높다	1. 大型車 長距離輸送에는 制約이 있다
드라이아이스 液體炭酸 併用方式	1. 冷却力이 크고 急速冷却이 可 2. 倉庫개폐에 따른 溫度調節 3. 取扱이 容易하고 故障이 없음 4. 騒音이 없음 5. 食品의 셀프라이프가 延長됨	1. 炭酸가스容器的 代替에 수고	1. 整備點檢의 必要가 없다	上 同	1. 적은 配達用으로 效率가 높다	上 同
液體窒素方式	1. 冷却力이 크고 急速冷却可能 2. 溫度調節可能 3. 故障, 騒音이 없음 4. 操作이 容易	1. 自然로스가 있다	1. 整備點檢의 必要없음	1. N ₂ 充塡때 車를 움직여야 한다 2. L.N ₂ 는 長期保存이 困難함(10日)	1. 設置費가 機械 冷凍보 다 적게 든다	1. L.N ₂ 容器는 需要者가 부담해야 한다
機械冷凍方式	1. 溫度管理의 精密이 可能 2. 冷却能力에 幅을 갖는다 3. 長距離, 大型車에 適合	1. 急速冷却이 困難 2. 豫冷이 곤란 3. 騒音이 있다	1. 操作이 比較的 簡便함	1. 整備點檢 必要 2. 定期的 修理要(2~3月) 3. 修理時可動不可(4~8日)	1. 大型車, 長距離輸送에 適合함	1. 設備가 비싸다 2. 冷凍機整備點檢費 3. 2톤冷凍車 200~400萬엔)
히이트레이트리方式	1. 豫冷效果가 있다	1. 急速冷却이 困難 2. 溫度調節이 困難 3. 減톤(500~700kg)	1. 整備點檢 不必要	1. 整備點檢을 要함 2. 大型冷凍機의 運轉知識을 要함	1. 런닝코스트가 적게 든다	1. 設置費가 비싸다 2. 冷媒가 비싸다

8. 結 語

以上과 같이 드라이아이스에 대한 食品低溫輸送 문제를 분야별로 살펴보면 드라이아이스가 단 冷媒에 比하여 氣化潛熱로서의 昇華熱이 가장 높고 이에 따라서 冷却力도 가장 크

며 특히 食品에 對해서는 酸化防止와 靜菌作用을 갖고 있을 뿐 아니라 機能과 性能面, 保全이 經濟性에 있어서 長點이 많은데 反하여 短點도 적으므로해서 食品의 低溫輸送手段으로서는 많이 活用토록 권장하고 싶어서 이를 紹介하였다
(根)