

# 冷凍食品의

# 理論과 管理

〈제2회〉

鄭 晋 雄

(韓國食品開發研究院 規格管理室)

## 목 차

1. 머릿말
2. 식품냉동의 기초이론
  - 2.1 동결중의 식품 물성 특성
  - 2.2 식품의 동결장치
3. 냉동식품의 품질과 T-T·T
  - 3.1 온도범위에 따른 식품분류
  - 3.2 냉동식품의 정의
  - 3.3 cold chain
  - 3.4 T-T·T 이론
  - 3.5 T-T·T 계산 방법
4. 냉동식품의 유통 관리 기술  
참고문헌

### 3. 냉동식품의 품질과 T-T·T

#### 3.1 온도범위에 따른 식품의 분류

식품은 일반적으로 生鮮食品과 加工食品으로 대별할 수 있다. 생선식품이란 천연또는 자연상태로 채취된 소재를 인공을 가하지 않은 그대로 마지막 수요자에게 제공되는 것으로 청과물, 수산물 식육등을 들 수 있다. 반면에 가공식품이란 자연적인 소재를 가공공정을 거쳐 식용으로 이용하는 것을 말한다.

그러나 최근에는 가공및 유통기술의 발달에 따라 종래의 식품개념 구분이 불명확하게 되었다. 예를들면 어류는 이미 냉동어가 주류를 이루는 시대로 되었으며, 이는 어획한 시점에서 -45℃ 또는 그 이하로 동결하여 장기 보존이 가능하고 선도도 변하지 않는 상태로 생선식품과 같은 품질을 지니고 있다. 이는 식육, 야채류의 경우에 있어서도 마찬가지로, 생선식품을 가공하지 않은 상태로 보관하였을 경우 부패되기 쉽다는 전통적인 개념을 바꾸어 놓아, 지금까지의 생선식품과 가공식품의 구분에서 새로이 生鮮的 加工食品이라 하는 영역이 생겨나게 되었다.

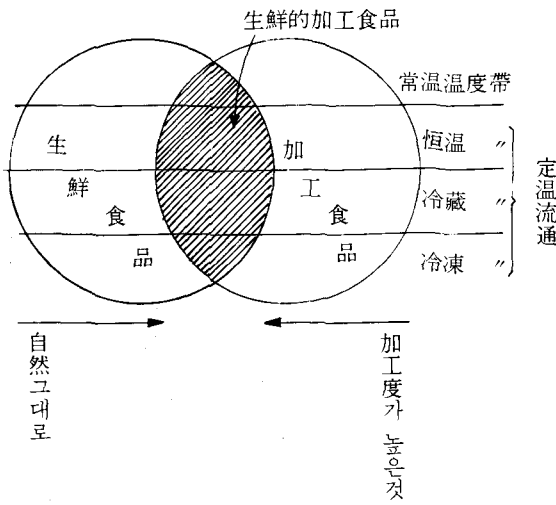


그림 17. 生鮮的加工食品

한편, Cold chain에 있어서의 온도대는 아래와 같은 3가지 온도대로 구분하여 품질유지를 도모하고 있다. 즉,

① Cooling(저온저장)

신선 야채, 과일 등의 생체식품을  $+10\sim+2^{\circ}\text{C}$ 로 보존하는 것으로 이 경우는 단지 냉각되어 있는 상태에 불과한 것이다.

② Chilling(빙온 저장)

신선 육, 어패류, 야채 및 과일즙, 유, 란 등의 생체 또는 비생체식품을  $+2\sim-2^{\circ}\text{C}$ 에 보존하는 것으로 이 경우도 보통 냉각된 상태로 저장하

는 것이며 동결상태는 아니다. 여기서 빙온이란, 보통  $0^{\circ}\text{C}$  이하에서 식품의 빙결점까지의 온도대를 말한다.

③ Freezing(동결 또는 동장)

동결된 야채, 과일, 육, 어패류 등의 식품을  $-18^{\circ}\text{C}$  이하로 보존하는 것으로 이 경우는 동결상태를 말한다.

이밖에 식품의 선도유지에 대한 온도 영역은  $+3\sim-1^{\circ}\text{C}$ 의 온도대 저장은 寒溫이라 하며, 미동결 또는 완전동결과의 중간인 반동결 또는 부분동결 상태를 말하는 Partial freezing은  $-2\sim-3^{\circ}\text{C}$ 의 온도대를 말한다.

3.2 냉동식품의 정의

냉동식품의 고품질을 소비자에게 제공하기 위해 원료, 가공, 유통에 관한 규제내용은 세계적으로 거의 공통개념을 갖고 있다. 이러한 정의는 대체적으로 다음과 같은 4가지 요소로 구성되어 소개 되고 있다.

첫째, 원료에 있어 비가식부를 제거하거나, 가공하여 전처리를 실시한 식품이다.

둘째, 조직, 풍미, 선도 및 영양성분등이 파괴되어 품질이 변화하지 않도록 급속동결되어진 식품이다.

셋째, 오염이나 변패를 방지하기 위해 포장한 식품이다.

표 13 冷凍食品의 cold chain

流通形態	目的
冷凍食品工場 — { 冷蔵倉庫·冷凍工場 (冷蔵貨車·冷蔵크럭) 中 斷 地 — { 荷受冷蔵倉庫·加工工場 (冷蔵크럭 및 貨車) 消 費 地 — { 中間冷蔵車 (小型冷蔵트럭) 冷蔵show-case 消 費 者 — 家庭 { 冷蔵車 冷凍車	收穫한 物品의 貯藏 및 加工 中斷地로의 輸送 中斷地加工, 貯藏施設에서 貯藏加工 消費地로서의 輸送 貯藏 小賣店, 슈퍼마켓등으로 配送 小賣店, 슈퍼마켓등에 陳列 消費者가 구입하여 調理시까지 貯藏

표14. Cold chain의 特徵과 效果

特 徵	特 徵	效 果		
		生産者	消費者	流通面
貯藏가능	지속적인 出荷가능	農作(農漁) 貧乏 解消	① 價格 安定 ② 常時入手가능	計畫輸送가능
	添加物, 鹽 등에 의하지 않고도 食品 의 保存가능		① 化學的添加物の 回避 ② 食鹽 등의 過剩擾 取 回避	
	家庭의 貯藏能力이 擴充		① 鮮度유지 ② 大量購入의 利點	
	變質, 腐敗가 없음		① 鮮度양호 ② 비소모적 ③ 價格 低下	輸送의 낭비 축소 商品의 廢棄감소
品質 保證·規格化 등에 따라 一般 商品과 동일함	中央市場의 現品거 래에서 情報거래로 移行		中間經費가 줄어들 기 때문에 價格 低下	產地, 中斷地에서의 直送方式으로 直送 合理化

내째, 품온을 -18℃이하로 내려 품질이 1년 정도는 유지되는 식품이다.

이와같은 4가지 조건을 전부 만족한 것을 냉동식품이라고 하며, 냉동품으로 유통되고 있어도 판매시에 해동하여 +온도대(상온유통)에서 판매되는 것은 냉동식품이라고 하지 않는다.

### 3.3 Cold Chain(저온유통)

Cold Chain은 저온관리를 필요로 하는 物流 System으로, 신선한 식품 또는 부패하기 쉬운 식품을 생산에서 소비까지 일괄적으로 지속적 저온 유지로, 생산직후의 품질상태를 유지시켜 소비자에게 도달시키게 하는 유통체계를 말한다. 이와같은 유통체계는 일반적으로 표13과 같이 구성되어 있어 생산에서 소비까지 신선식품의 색, 향, 맛, 질감, 영양가 및 위생상태등의 상품가치를 유지하기 위해서는 유통단계에 있어 화물의 취급방법과 저온 수송설비의 실용화 및 보급등이 이루어져야 한다.

### 3.4 T-T-T 이론

Time-Temperature · Tolerance를 줄여서 T-T · T라고 부르며, 이는 시간과 품온에 따른 품질내성 또는 품질적으로 허용되는 시간과 품온이라는 의미이다.

일반적으로 소비시점에 있어서 냉동식품의 최종품질은 생산단계의 i) 원료품질 ii) 동결 및 처리 공정 iii) 포장조건과 유통단계에 있어서의 저장 및 유통온도 iv) 저장 및 유통기간 등의 인자에 따라서 좌우된다. 즉, 최초의 원료(Product), 가공공정(Processing), 포장(Packaging)의 P·P·P요인이 양호할 경우, 제조 직후의 냉동식품은 고품질을 유지한다는 것이다. 이러한 고품질을 유통중에 보존할 수 있는 기간(High Quality Life ; HQL)은 유통단계에 있어서의 온도와 기간에 따라서 다르게 된다. 이처럼 냉동식품의 품질유지에 있어서는 반드시 저장온도와 품질유지기간 사이에 T-T · T의 관계가 있으며, 저장온도가 낮을 수록 품질 유지기간은 지수적으로 증대한다는 일반적인

이론이 있다. 그림18은 미국에서 광범위하게 연구한 결과에 의해 얻어진 여러 종류의 냉동식품에 관한 T-T·T곡선으로, 품질의 안정성은 식품에 따라 다르지만 온도가 저하할수록 품질은 안정됨을 알 수 있다. 그러나 실제의 유통시에 있어 냉동식품이 -18℃이하로 지속될 경우 양호한 품질로 유지된다는 것은 이미 일반화된 사실이며, 품질변화를 일으키는 온도와 시간의 관계에 있어서도 저장기간에 걸쳐 축적되어 비가역적인 관계를 지니며 온도와 시간의 순서는 축적된 품질변화의 총량에는 영향을 미치지 않는 것으로 밝혀져 있다. 즉 저장 및 유통시에 온도상승이 일어나 그 온도에서 얼마간의 기간이 지속된 후, 그 기간중에

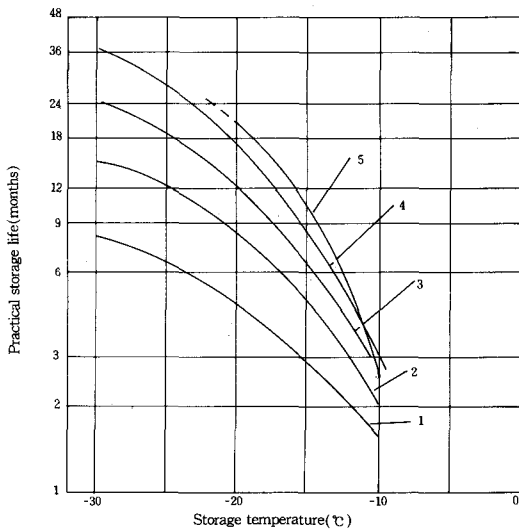


Fig.18. T-T·T.curves of some frozen foods in the temperature range from -10 to -30℃ (+4 to -22°F), indicating the practical storage life(the products have still a suitable eating quality at the end of storage).

1. Fatty fish(trout)and fried chicken
2. Lean fish.
3. Snap beans and Brussels sprouts.
4. Peas and strawberries.
5. Raspberries.

일어난 품질저하는 이를 다시 낮은 온도에 저장하여도 회복되지 않는다는 것을 의미한다. 따라서 중간유통단계에서의 온도관리를 잘못할 경우 품질 전체에 미치는 영향은 매우 커지게 된다는 것을 의미한다.

한편 T-T·T의 관계가 명백한 냉동식품은 유통과정에서의 온도변화 과정을 조사하면 그사이의 품질손실율(%)은 유통중의 보지온도에 대한 1일당의 품질손실율과 경과일수를 곱하면 용이하게 구할 수 있다.

그러나 냉동식품의 품질에 미치는 저장온도에 단기간에 걸친 순간적인 변동은 T-T·T이론을 적용할 수 없으므로 실제 품질변화량은 이론적인 온도 - 시간에 따른 영향보다 더 큰 변화를 초래한다고 볼 수 있으며, 특히 온도 변동폭이 -10℃이상에서 일어나거나, 변동횟수가 증가하면 품질은 극도로 저하하므로 가능한 온도변동폭을 적게하고 변동횟수도 최소화할 필요가 있다.

표 16. 심온 동결식품의 수송시 온도조건

식품별	지시온도,℃	허용상승온도,℃
과실	-18℃ 이하	3℃ 이내
야채	-18℃ 이하	"
과즙(농축제품 포함)	-20℃ 이하	"
식육	-18℃ 이하	"
식조(食鳥)	-18℃ 이하	"
계란	-18℃ 이하	"
어패류	-18℃ 이하	"
魚(多鱈)	-20℃ 이하	"
아이스크림	-20℃ 이하	2℃ 이내
조리식품	-18℃ 이하	3℃ 이내

동결식품의 시간과 품질의 관계를 알고, 1일당의 품질변화량을 품질유지특성에 의해 구해지면 어떤 시점에서의 동결식품 T-T·T값을 계산할 수 있다. 이 때문에 미국에서는

Table 15. Practical storage life(PSL)in months at several storage temperatures

Product	-12°C (10°F)	-18°C (0°F)	-24°C (-12°F)
<b>Fruits</b>			
Raspberries / Strawberries(raw)	5	24	>24
Raspberries / Strawberries in sugar	3	24	>24
Peaches, Apricots, Cherries(raw)	4	18	>24
Peaches, Apricots, Cherries in sugar	3	18	>24
Fruit juice concentrate	—	24	>24
<b>Vegetables</b>			
Asparagus(with green spears)	3	12	>24
Beans, green	4	15	>24
Beans, lima	—	18	>24
Broccoli	—	15	24
Brussels sprouts	6	15	>24
Carrots	10	18	>24
Cauliflower	4	12	24
Corn-on-the-cob	—	12	18
Cut corn	4	15	>24
Mushrooms(cultivated)	2	8	>24
Peas, green	6	24	>24
Peppers, red and green	—	6	12
Potatoes, French fried	9	24	>24
Spinach( chopped )	4	18	>24
Onions	—	10	15
Leeks(blanchd)	—	18	—
<b>Meats and Poultry</b>			
Beef carcass(unpackaged)*	8	15	24
Beef steaks / cuts	8	18	24
Ground beef	6	10	15
Veal carcass(unpackaged)*	6	12	15
Veal steaks / cuts	6	12	15
Lamb carcass, Grass fed(unpackaged)*	18	24	>24
Lamb steaks	12	18	24
Pork carcass(unpackaged)*	6	10	15
Pork steaks / cuts	6	10	15
Sliced bacon(vacuum packed)	12	12	12
Chicken, Whole	9	18	>24
Chicken, parts / cuts	9	18	>24
Turkey, Whole	8	15	>24
Ducks, Geese, Whole	6	12	18
Liver	4	12	18
<b>Seafood</b>			
Fatty fish, Glazed	3	5	> 9

Lean fish(1)	4	9	>12
Lobster, Crab, Shrimps in shell(cooked)	4	6	>12
Clams and Oysters	4	6	> 9
Shrimps(cooked / peeled)	2	5	> 9
Eggs			
Whole egg magma	—	12	>24
Milk and Milk products			
Butter, Lactic, unsalted pH 4.7	15	18	20
Butter, Lactic, salted pH 4.7	8	12	14
Butter, Sweet-cream, unsalted pH 6.6	—	>24	>24
Butter, Sweet-cream salted(2%)pH6.6	20	>24	>24
Cream	—	12	15
Ice cream	1	6	24
Bakery & Confectionery products			
Cakes(cheese, sponge, chocolate, fruit etc)	—	15	24
Breads	—	3	—
Raw dough	—	12	18

\* Carcass may be wrapped in stockinette.

(1) The PSL for single fillets of lean fish would be 6, 9 and 12 months at  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ),  $-24^{\circ}\text{C}$  ( $-12^{\circ}\text{F}$ ) and  $-30^{\circ}\text{C}$  ( $-22^{\circ}$  respectively.

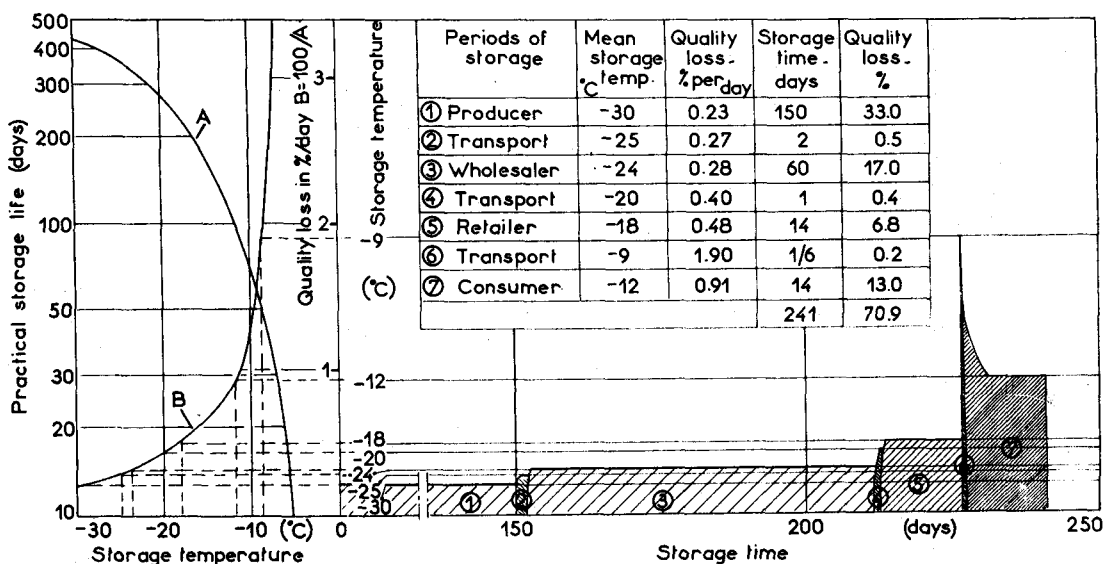


Fig. 19. T-TT, curve for practical storage life "A", quality loss in %/day  $B=100/A$ , and from this curve is derived the quality loss during a typical time-temperature history of a given product. The areas below the temperature curves in the right-hand figure were obtained by planimetry.

동결식품의 수송중에 품온과 시간을 기록할 수 있는 시간품온지시계(time-temperature indicator)라 부르는 계기가 이용되고 있다.

일례로서 시간-품온의 관계가 다음의 (1)~(7)과 같은 대구 필렛(fillet)의 동결포장제품이

(1) 생산자의 동결냉장	-30℃	95일간
(2) 생산자에서 도매상으로 수송	-18℃	2일간
(3) 도매상에서의 동결 냉장	-22℃	60일간
(4) 도매상에서 소매상으로 수송	-14℃	3일간
(5) 소매상에서 동결냉장	-20℃	10일간
(6) 소매상의 쇼-케이트	-12℃	21일간
(7) 소매상에서 소비자로의 수송	-6℃	1일간

있다면 이것의 종합적인 T-T·T의 관계는 그림20과 같은 선도로 나타낼 수 있으며, 이것으로 계산이 가능하다.

그림20의 중축 외측에는 품온, 내측에는 품온에 따른 1일당의 품질변화량, 횡축에는 시간을 일수로 나타내었다. 그리고 대구 필렛의 품질변화량은 그림중·(1)에서 (7)까지 각각 장방형으로 나타내었다. 즉, 이들 장방형의 면적(1일당의 품질변화량 × 일수)이 (1)에서 (7)까지 단계의 품질변화량 소계가 되며 이 소계를 합한 것이 최종적 품질을 나타내는 T-T·T에서의

품질변화량의 값이다. 즉, 이동결식품의 최종 품질을 평가하는 품질변화의 종합적인 값은 1.352가 되므로 이 값이 테스트 팬넬에 의한

일당 품질변화량	일수	품질저하량의 소계
(1) 0.00362	× 95 =	0.344
(2) 0.011	× 2 =	0.022
(3) 0.0074	× 60 =	0.444
(4) 0.0160	× 3 =	0.048
(5) 0.0080	× 10 =	0.080
(6) 0.0180	× 21 =	0.378
(7) 0.0360	× 1 =	0.036
합 계		1.352

식미시험에서 최초로 품질 변화를 감지할 수 있을 때의 값인 1.0보다 크다는 것은 최종적 품질이 우수하지 않다는 의미이다. 그러나 이것이 1.0이하이면 우수한 품질이라 볼 수 있다. 각 단계의 품질저하량의 소계를 보아서 알 수 있는바와 같이 (2)와 (4)의 수송은 단계이므로, 이때의 품온 상승에 의한 품질저하량은 겨우 0.07로서, 전체 1.352에 대한 비율로 보아도 매우 적은 것임을 알 수 있다. 그러나 수송

표17. 시판 포장동결식품의 품온 -18℃에서 우수품질 유지 기간

식품별	시험항목	기간(日)
쇠고기(생것)	풍미	400
돼지고기(생것)	풍미	300
닭고기(cut한 생것)	향미(생것)	730
	풍미(조리후)	730
魚(생것, 少脂肪)	풍미	95
魚(생것, 多脂肪)	풍미	60
복숭아	색	365
오렌지 과즙(濃縮)	풍미	750
	색	250
딸기(加糖)	풍미	365
	색	365

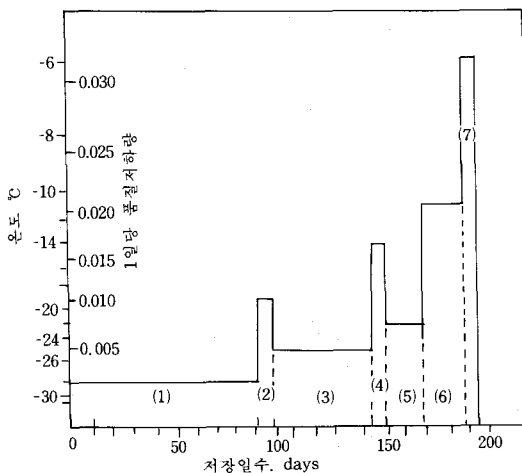


그림20. T-T·T 計算用的 線圖

표18 庫内温度와 積荷 種類

類別	熱貫流係數 (kcal / m <sup>2</sup> h℃)	庫内温度	斷熱材  두께(mm)		積荷 種類(例)
			우레탄폼	스티로폼	
A	0.30以上	} -15℃ } 以下	80以上	120以上	} 冷凍食品 } 아이스크림
B	0.30~0.40		60~100	90~150	
C	0.40~0.60	0℃~10℃	50~75	50~100	生鮮魚貝類·生肉·野采
D	0.60~0.85	10℃以上	50以下	30以下	野采·果實·菓子類

에 많은 시간 즉, 우수한 품질을 보증하는 1.0의 10%정도가 될 경우, 수송간의 품온 영향을 무시하는 것은 우수한 최종품질을 확보하기 위해서는 좋지 않다는 것을 알 수 있다.

#### 4. 냉동식품의 유통관리 기술

냉동식품의 일반적인 유통경로는 앞에서 서술한 바와 같이 생산업체의 냉동창고, 소비지의 중간냉동창고 및 집배센터, 그리고 판매설비 등으로 구성되어 있으며 그 사이를 연결하는 수송 및 배송의 운반차량으로 이루어져 있다.

이와같은 유통경로에서 제조 직후의 우수한 품질을 오랫동안 유지시키기 위해서는 일괄된 온도관리가 중요하며, 특히 物流의 結節點에 있어 온도 및 시간 관리에 중점을 두어야 할 것이다.

이를 위해서는

첫째, 수송과 배송시에는 庫内の 열부하가 다르므로 사용목적에 적합한 보냉성능, 냉동기 성능을 가진 냉동고를 선택해야만 한다.

즉, 車體가 지니는 보냉성능은 고내온도에 따라서 다르며, 고내온도에 대한 보냉성능(熱賣流係數) 표18과 같다. 일본자동차 차체공업회 기준에 의하면 냉동식품을 배송하는 차체의 단열재 두께는 우레탄 폼의 경우 8cm 이상, 스티로폼의 경우는 12cm이상으로 되어 있다. 보냉성능(K)은 외부열이 차체벽을 통과하여 내부로 침입하는 열량을 말하며 고내외부의 온도차가 1℃인 경우 1m<sup>2</sup>의 면적에서 1시간당 침입하는 열량(kcal / m<sup>2</sup>h℃)으로 표시된다. 이

같은 차체의 단열재 종류와 두께에 의하여 정해지며 값이 적을 수록 보냉성능이 양호한 것을 의미한다. 또한, 냉동차량은 수송중에 積荷物의 품온을 내리게 하는 것이 아니라 외부에서 침입하는 열량을 가능한 적게하고, 차체로 막을 수 없는 침입열량이나 배송시의 문 개폐에 따른 침입열을 제거하여 고내를 적정온도로 유지시키는 것으로, 적하시의 품온을 목적지까지 유지시키는 것을 목적으로 한다. 즉 냉동능력과 균형을 이루도록 하는 것이다. 예컨대, 고내문을 닫은 상태에서는 차체침입 열량(kcal/h)이 전열면적(m<sup>2</sup>) × 열관류계수(K) × 고내외의 온도차(℃)로 나타낼 수 있으나, 문개폐시에는 열손실이 일어나므로 냉동에 필요한 능력(kcal/h)은 냉동기 가동율 75%로써 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\frac{\text{침입열량} + \text{손실열량}}{0.75}$$

이러한 손실열량은 문개폐의 빈도에 따라 달라, 침입열량 × N(문개폐 빈도에 따른 횟수)로 나타낼 수 있으나 일반적으로 냉동배송차에서는 N를 기준치보다 높여 계산할 필요가 있다.

둘째, 냉동 및 보냉차에 냉동식품을 적재하기 전에 미리 고내온도를 -7℃이하로 냉각해 둘 필요가 있다.

냉동고는 적재 작업시에 온도가 상승하므로 품온도 자연히 상승하기 때문에 작업이 신속히 이루어 져야 하며 품온은 -15℃이상 이 되지 않도록 해야 할 것이다. 따라서 수송시의 적재는 가능한 인력에 의한 것은 피하고 대량적재가 가능한 기계식 자동화를 꾀해야 한다. 또,



적재시의 품온 상승을 방지하기 위해 냉장차의 Plate-form을 저온으로 유지되는 구조로 하여 배송시에 손실열량을 최소화하여야 할 것이다. 배송시의 온도관리는 소형배송차일수록 외기온도에 의한 고내온도의 상승이 크므로 주의해야 한다. 그림21은 고내온도 -18℃ 외기온도 38℃때의 냉동차 문개폐에 따른 고내 각 부위의 온도상승 상황을 나타낸 것으로 개폐에 의한 침입열은 고내공기, 내벽, 적하표면과, 내벽에 접한 단열재를 데워, 고내온도의 회복에 상당한 시간을 요한다는 것을 알 수 있다.

세째, 냉동차에는 냉각방식에 따라

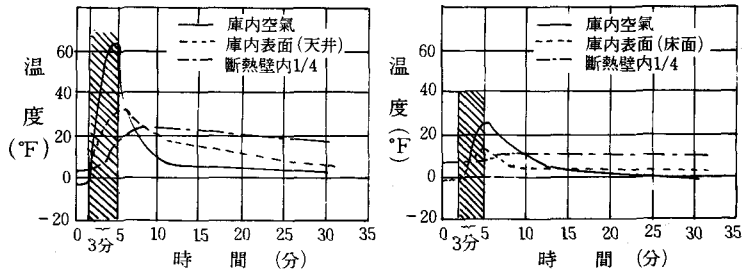
- ① dry-ice등의 냉각제를 적재한 것
- ② 기계냉동장치에 의한 것
- ③ 액화질소의 분무에 의한 것
- ④ 냉동판에 의한 것 등이 있다.

이중 기계냉동방식이 가장 많으며 일본에서는 약80%이상을 차지한다. 그다음이 냉각판 방식으로 18.6%이며 액화질소식은 특수한

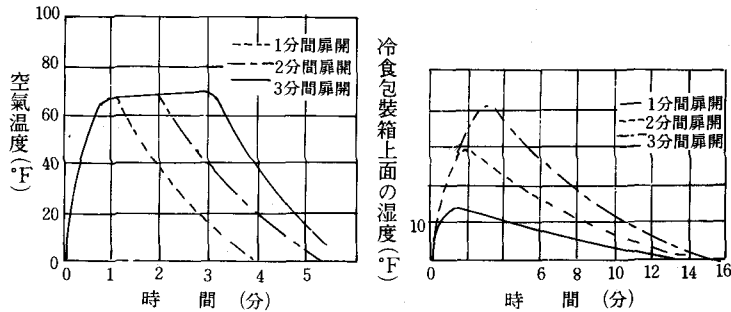
용도에 한하여 극히 일부에 지나지 않는다. 또한 냉각판 방식은 축냉식이라고도 하며, 이는 냉매를 충전시킨 금속성 냉동판을 출발 전에 미리 동결해 두어 그 동결된 축냉제가 녹을 때의 용해잠열을 이용하여 고내를 냉각하는 방식으로 냉각판을 고내의 양측면, 전단면, 천정등에 장치하여 자연대류 또는 고내온도를 균일하게 하기 위해 팬으로 냉기를 순환시켜 냉각한다. 이 방식은 냉동기를 부착하여 야간 및 냉동차의 정지시에는 가동하지 않아도 차체에 냉을 할 수 있는 잇점이 있으며, 취급이 용이하여 고장이 적으며 또한, running cost도 적고 주행중에 굉음이 없을뿐만 아니라 에너지 절약 등의 차원에서 최근 배송용으로 수요가 증가되고 있는 방식이다.

한편, 근간에는 1대의 냉동차에 온도가 다른 제품을 동시에 수송하기 위하여 차체 내부에 격막을 설치하여 2가지 온도대로 사용할 수 있는 냉동차가 점차 증가하는 실정이다.

네째, 유통의 최종단계인 판매시의 Show-



① 扉開閉에 따른天井部の溫度變化 ② 扉開閉에 따른床面の溫度變化



③ 扉開閉時間과 庫內平均溫度 ④ 扉開閉時間과 冷食節相面溫度의變化

그림21. 扉開閉에 따른溫度變化

case 관리 기술로 Show--case의 설치조건(주위 온도·습도, 유속, 복사열)과 취급관리(적정 온도유지, 적정부하 이하의 진열, 제상, 선입선출법, 일정 시간 관리, Show-case 위생 유지 등)에 유의해야 한다.

Show-case는 설치장소에 따라서 영향을 받기 쉬우므로 Open형은 air condition된 점포내에서 실온 27℃, 습도 55%이하로 하고 출입구, 공조 덕트 및 토출구등, Show-case의 냉기 흐름을 방해하는 장소를 피하고, 직사광선이나 조명등 Show-case내의 온도상승의 원인이 되는 발열원의 영향이 없는 장소에 설정해야 한다.

최근, 多段식의 open show-case는 2중 에어 커튼식을 채택하고 있으며, 종래의 1중 커튼식에서는 공기의 over flow를 방지하기 위해 토출 풍속이 느리게, 커튼 두께도 50~80mm로 하여 냉기를 유지시켰다.

또한 제상시에는 고내온도가 7~10℃까지 상승하므로 가능한 외기온도의 영향이 적은 야간 폐점시간에 실시하고, 제상전에 품온을 가능한 낮게 유지하여 제상 직후의 품온 상승을 억제시켜야 한다.

## 참고 문헌

1. I.I.R(1986) ; Recommendations for the Processing and handling of frozen foods. 3rd Edition

2. 日本冷凍食品協會(1989) : 日本の冷凍食品生産高・消費高に關する統計

3. 態谷義光(1986) : 冷凍食品の流通管理技術. 食品と料學, 11, 98~101

4. 梅澤昌太郎, 林一雄(1982) : 加工食品流通, 紫田書店

5. 島川順二(1966) : 食品保藏. 朝倉書店

6. 孔在烈(1983) : 食品冷凍工學의 基礎. 螢雲出版社

7. 냉동물제조수산업협동 조합(1987) : 통계자료.

8. 山田耕二(1979) : 要説冷凍食品, 日本冷蔵株式會社研究所

9. Hung, Y. C. and D.R.Thompson(1983): Freezing time prediction for slab shape foodstuffs by an improved analytical method. J. Food Sci., 48, 555-560

10. Jung,G,C(1984) : Measurement of initial freezing point and specific heat on fluid food products. MS Thesis National Fisheries Univ. of Pusan

11. Ramaswamy,H.S.and M.A.Tung(1984) : A review on predicting freezing times of food. J. Foods Process Eng., 7, 169-203

12. 三河範夫(1988) : 業種別中小食品工業にみる經營の特色. 食品工業, 1, 85~92

13. 정진웅(1989) : Plank 式의 變形에 依한 食品의 凍結時間豫測. 金山水大, 博士學位論文