

# 凍結食品의 冷凍設備

金正玉\*

## 1. 凍結方法과 裝置

여러가지의 冷凍裝置가 使用되고 있지만 요즘 사용되고 있는것을 方法에 따라 分類하면 다음과 같이 다섯종으로 區分할 수 있다.

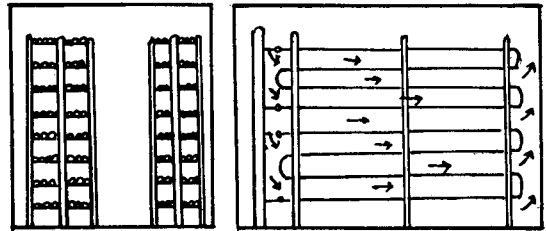
- 凍結方法
1. 空氣凍結方法
  2. 半送風凍結方法
  3. 送風凍結方法
  4. 接觸凍結方法
  5. 二次冷媒液凍結方法

冷媒蒸發器에 따라 空氣 金屬板, 二次冷媒液을 冷却하여 食品과의 溫度差에 따른 傳熱 즉 感熱 (Sensible heat)에 따라 冷却하는 方法이 있다. 近年에는 液體室素에 의한 凍結裝置가 연구되고 있는데 이것은 冷媒蒸發器를 使用하지 않고 潛熱 (Sensible heat)을 利用해서 冷却하는 方法인데 아직 많이 使用하고 있지는 않다.

### 1-1 空氣凍結方法과 裝置 (Sharp freezing)

가장 오래전부터 사용해 오던 凍結裝置로서 일명 선반형 凍結裝置라고도 한다. 이 方法은 凍結室 左右側으로 아래 圖 1 (空氣凍結裝置)과 같이 선반형으로 배관하여 그 위에 凍結 Pan 을 얹어 凍結을 실시하는 것으로 室溫은  $-20\sim-30^{\circ}\text{C}$  內外로 空氣의 自然對流에 의해 食品이 凍結된다.

食品의 型態나 크기에 크게 구애받지 않은 이점이 있는 반면에 凍結所要時間이 많이 걸려(1~2日間) 凍結중에 乾燥가 일어나며 作業이 連續的으로 되지 않는등의 결점이 있다. 그러나 한번에 收容量이 많으므로 아직도 使用하고 있다.

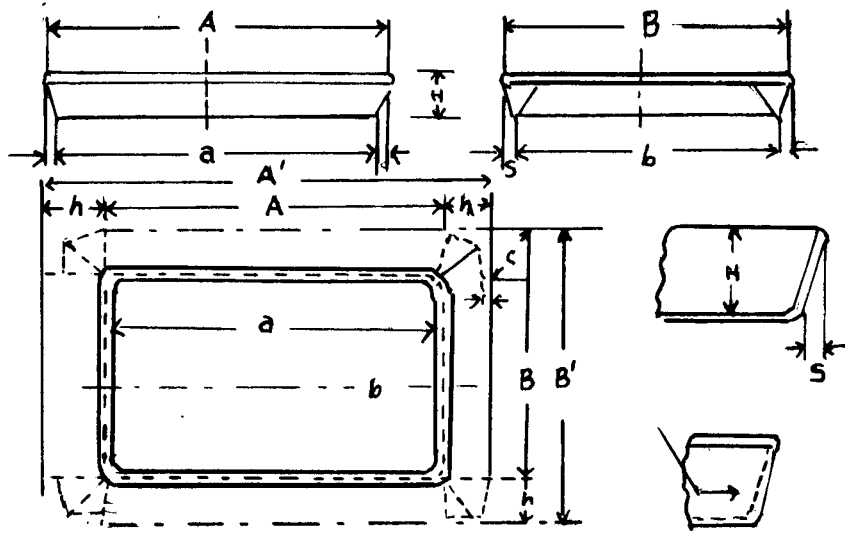


〈圖 1〉 空氣凍結裝置

이 裝置로 凍結할 때는 急速凍結裝置와 비교해 보면 凍結이 늦어지므로 완만凍結 (Slow freezing) 이라고 秩한다. 凍結棚은 左右에 各 1列씩이고 段數는 凍結室의 높이에 따라 다르나 室高가 3.6 m일때는 一般的으로 10~12 段程度가 適當하며 冷媒蒸發管은 外徑  $1\frac{1}{4}$ 吋을 使用하며 한단에서 7~9列이 普通이다. 凍結室의 處理能力 즉 收容量은 表 1 (空氣凍結室의 收容量)와 같고 凍結 Pan 은 그림 規格은 表 2 (冷凍 Pan 의 寸法)과 같다.

〈表 1〉 空氣凍結室의 收容量, 所要冷凍能力

坪數 眞眞	內容面積 平方尺	內法容積 立方尺	收容 Pen數 (規格 10 kg Pen)	收容量 Ton	所要冷凍力 (冷凍 Ton)	所要冷凍能力에 必要한 冷凍機能力 (日本標準冷凍 Ton)
4	110.6	1,327	168	2.43	3.64	9.10
5	141.7	1,701	240	3.24	4.86	12.41
6	172.9	2,075	288	4.05	6.07	15.18
7	204.1	2,449	360	4.86	7.30	18.25
8	235.2	2,823	408	5.68	8.52	21.30
9	266.4	3,197	480	6.49	9.74	24.35



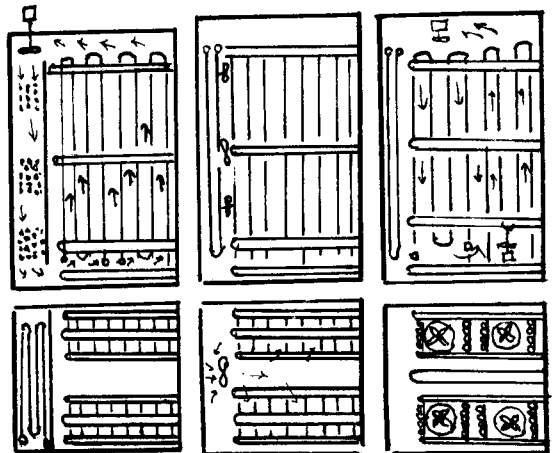
〈圖 2〉 凍結 Pen

〈表 2〉 冷凍 Pen 의 寸法 (mm)

標準容量	A	a	B	b	H	S	A'	B'	c	d	h	板의 두께
15 kg	680	665	410	395	75	7.5	844	574	62	12	82	# 22
10 "	580	565	360	345	75	7.5	744	524	62	12	82	# 22
5 "	360	350	260	250	75	5	524	424	68	12	82	# 22

1-2. 半送風 凍結方法

空氣凍結方法은 凍結時間이 많이 所要 되므로 凍結室內에 送風機를 부착하여 室內의 強制的으로 流動시키는 裝置다. 卽, 空氣凍結室과 상이한것은 送風機를 부착하는것 뿐이므로 기존空氣凍結室도 一部 改造하여 半送風式 凍結室로 바꿀수가 있다. 送風機의 型式은 푸로케라式과 시구로式으로 1臺의 使用動力은 1~3 IP이 많고 風速은 食品의 表面에서 1~2 m/sec 程度가 좋고 送風의 方向은 空氣를 교반하는것 만은 아니고 食品에 닿는 空氣가 될수있는 한 冷媒蒸發管을 통하도록 하지 않으면 안된다. 送風機의 所要臺數 및 位置는 圖 3 (半送風凍結裝置의 例)을 參考하면 되겠다.



〈圖 3〉 半送風凍結裝置의 例

1-3. 送風凍結方法 (Air Blast freezer)

食品의 위에 찬空氣를 흘려주면 凍結速度가 상당히 빨라진다. 이 差想으로 고안된 것이 Air Blast freezer 라고 한다.

冷媒의 蒸發溫度를  $-35 \sim 45^{\circ}\text{C}$ 로 함으로 二段壓縮式 冷凍機를 使用하며 風速은 經濟  $3 \sim 5 \text{ m/sec}$ 가 經濟速度이다.

(1) Betch 式의 裝置.

凍結裝置는 터널形이 많고 이 중에는 食品을 Velt Conveyer 로 반입하는 Conveyer 式과 金網製의 Tray (容器)에 넣어 이것을 Rock (棚 柵로 된 臺車)를 利用하여 Tonel 속으로 반입하는 트레이추력 (Tray-and-truck) 式이 있다. 送風은 食品이 반입되는 反對方向에서 食品과 역행하도록 한다. 이 空氣의 溫度는  $-18 \sim -35^{\circ}\text{C}$ 의 範圍가 많고 空氣의 流速은  $30 \sim 1,000 \text{ m/min}$  있지만 溫度가  $-29^{\circ}\text{C}$ 의 경우는 空氣의 流速은  $750 \text{ m/min}$  程度가 實用的인 經濟速度이다.

<表 3> (送風凍結의 魚肉의 凍結期間)

空 氣		凍 結 時 間
溫 度	流 速	
$-29^{\circ}\text{C}$	$150 \text{ m/分}$	7 ½ 時間
-	640	5 ½ "
-	976	4 "

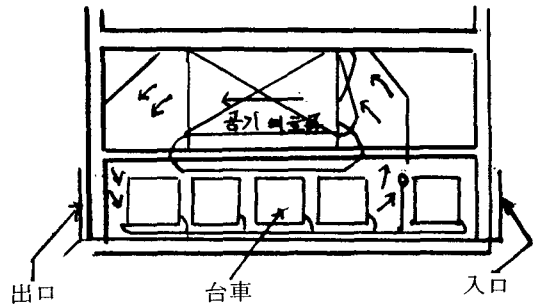
<表 4> 風速과 凍結時間의 關係

流 速		凍 結 速 度	
m / 分	倍 率	時 間	時間比率
153	1	5.2	1.0
305	2	4.1	0.78
458	3	3.7	0.71
610	4	3.3	0.63
763	5	3.0	0.58
1,068	7	2.8	0.54

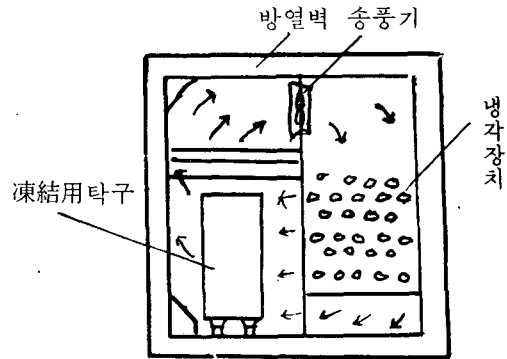
規格은  $5.7 \times 33 \times 2.5 \text{ cm}$  重量  $6.75 \text{ kg}$ 의 魚肉을  $-29^{\circ}\text{C}$ 의 送風方法으로  $-18^{\circ}\text{C}$ 까지 凍結하

려면 表 3에서 보는바와 같이 流速에 따라 凍結所要時間은 變化가 심하다. 그러나 凍結速度의 단축도는 空氣의 流速이 빨라지는것만큼 凍結速度가 빨라지는것은 아니다. 즉 流速이 2배로 빨라진다고 해서 凍結速度가 2배로 되는것은 아니다. (表 4 參照)

空氣는 아래 圖 4에서 보는바와 같이 터널의 上部에 있는 吸入 Fan 에 依해 空氣가 순화되어 冷却이 되기 때문에 Tonel 중간을 통과하는 風량이 많아 圖 5와 같이 設置하는 것도 있다.



<圖 4> 送風凍結 裝置圖

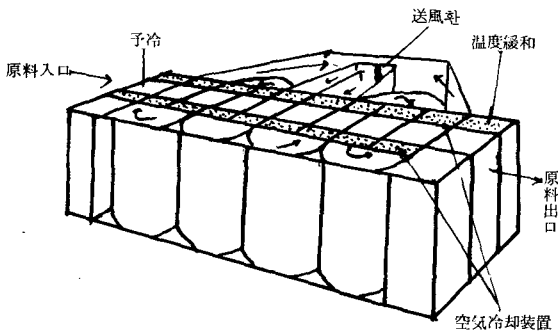


<圖 5> 送風裝置의 例

이 方法은 食品의 型狀에 구애받지 않고 一定 範圍까지는 어떤것이라도 急速凍結이 되지만 凍結에 食品의 乾燥가 심한것이 큰 결점이다. 때문에 包裝이 필요하다.

2) Finnegan 의 裝置.

凍結中에 乾燥를 막기위해 Finnegan 은 Multi-Stage Freezer 를 고안하였다. 凍結裝置가 수 단으로 나누어져 食品이 이 단계를 통과하는 동안 順次的으로 低温의 送風이 되게끔 裝置되어 있다. 따라서 品溫이 높은 食品이 덜어간 단계는 높은 溫度의 空氣를 송풍하고 食品의 溫度가 낮아짐에 따라 送風溫度가 점차 낮추어 空氣冷却裝置와 空氣의 溫度差를 적게하고 空氣中의 溫度(R.H)가 높으므로 食品의 乾燥가 매우 적게 일어나는 利點이 있다. 送風은 圖 6 에서 보는바와 같이 原料入에서부터 8회를 흐르는 방향을 바꾸는 方法이다. 送風凍結裝置는 이외에도 Grayson-Foster, Smith Individual Freezing Machine, Bryan Quick Freezer, York Continue Faet Freezer, FES Patterson Continue Freezer 등의 連續的인 作業이 可能한 Freezer 가 있다.



〈圖 6〉 Finnegan 式送風凍結裝置

(3) 風速과 風向의 영향  
食品과 冷媒蒸發器(冷却管) 사이에 空氣가 있

을時的 熱交換은 空氣의 열전달율 $\alpha$ 의 크기에 左右된다. 이  $\alpha$ 直는 空氣의 流速과 方向에 따라 變하므로 送風方法에는  $\alpha$ 直가 크게하면은 凍結速度가 빨라진다. 冷却管의 크기의 공기열전달율  $\alpha$ 直는 그 유속과 方向에 따라 表 5과 같이 變한다. 表에서 보는바와 같이 풍속이 같아도 交差氣流를 시키면 열전달율  $\alpha$ 가 커지고 空氣를 잘 冷却하고 食品과의 溫度差를 크게 할 수 있으므로 食品의 凍結이 빨라진다. 또 食品의 表面에는 空氣의 열전도율은 冷却管 表面과 같은 경향을 보이므로 流速이 빠르고 食品에 對하여 交差氣流가 있을때가 凍結이 빨라진다.

食品의 공기유속과 方向에 따른 동결시간단축은 魚의 直徑  $DE=0.06m$ 일때에 圖 6과 같다. 여기서 直徑  $DE$ 는 魚體의 높이  $a$ , 幅을  $b$  (단위는 언제든지 때로 表示)라고 하면  $DE=2ab/a+b$ 이다. 圖 6에서 볼수 있는바와 같이 同一流速일때에도 食品에 交差로 흐르는 前이 凍結時間을 많이 短縮시킨다는 것을 알수있다.

〈表 5〉冷却管 表面의 공기열전도율

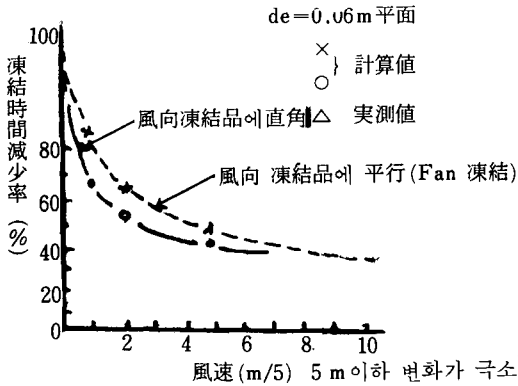
風速 $m/sec$	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5
열전도율 $\alpha$ 교차기류	-	-	16	22	27	32	37	42	47	55
Kcal/ $m^2hc$ 平行기류	9	11	13	15	17	-	21	-	-	30

또 風速이 5~6  $m$ 以上이 되면은 空氣의 흐르는 方向에 따라서 凍結速度가 달라지는 것은 表 6 고등어 實驗直에서 볼수있다. 즉 同一風速일지라도 交差流의 方向이 凍結速度가 빠른것을 立證할 수 있다.

〈表 6〉 風向에 따른 凍結時間의 영향 (試料고등어)

魚의 形狀寸法 $mm$			體 重 $g$	風向에 對해서 魚體의 位 置	風 速 $m/sec$	空氣와 魚의 初溫의 溫度差 $^{\circ}C$	品溫 $-5^{\circ}C$ 까지  소요時間(時間)
體 長	體 高	體 幅					
350	75	55	680	交 差	3	19	1.57
350	78	54	680	平 行	3	19	1.84

圖7. 風速과 方向에 따른 凍結時間의 短縮率



〈圖 7〉 風速과 方向에 따른 凍結時間의 短縮率

(4) 送風凍結中の 乾燥.

空氣의 流速이 빠르면 凍結食品이 乾燥가 빠르다고 하지만 事實은 그렇지만은 않다. 풍속보다도 品溫이 높으면 水蒸壓이 높아지고 이에 반하여 低溫의 공기수증기압은 낮으므로 이 수증압의 差에 따라서 수증기가 食品으로부터 空氣中에 蒸發하는것 이므로 건조에 중요한 원인이 된다. 즉 양자의 水蒸氣壓의 差를 신속히 줄이는 것이 건조를 막는 有效한 手段이 된다. 이 點을 고려하면 건조를 줄이기 위해서는 品溫의 低下를 신속히 하지 않으면 안되므로 空氣凍結이나 반송풍동결보다도 理論外으로는 送風凍結方法이 효과적이라고 할수있다. 도미를 空氣中에서 凍結했을시 건조에 따른 重量감소는 表 7에서 보는바와 같이 풍량이 많은편이 重量감소가 적게 나타나는 때도 있다.

〈表 7〉 凍結中の 重量감소

漁 別	도 미			
	도 미	황	도 미	미
공기온도°C	-12~-27	-20~-25	-27~-35	-30~-35
풍속 m/sec	0~6.5	0~3.9	0~6.5	0~65
差 減 %	1.0~0.9	1.4~2.0	1.5~0.8	1.0~0.5

凍結方法에 따른 동결중의 건조감량의 大小를 동결장치의 종류별로 비교하면 단위시간에 對해서의 비교가 아니고 凍結終溫까지를 보면 凍結 초기의 單位時間內的 蒸發量은 送風凍結이 많지만 凍結終溫까지의 所要時間이 적으므로 送風凍結方法이 오히려 凍結에 依한 重量減少는 적게된다.

1-4. 금속판납축 凍結方法 (Contact Freezer)

(1) 裝置의 種類.

이 凍結裝置는 冷却된 金屬판에 食品의 양면을 접촉시켜 동결하는것이 특징이나 金屬판의 몇枚를 式으로 組立되 있는것으로 이 의 段이 上下로 移動하고 의 間격을 일정범위內에서 調整할 수 있게 장치돼 있으며 이 이 수평으로 되어있는 것을 水平式과 수직으로 돼어있는 수직식이 있다. 그러나 水平식이 大部分 많이 使用되고 있다. 이 金屬판을 冷却하는 方法은 內部에 冷媒를 蒸發시키는 直接式과 內部에 찬 Brine 을 흘려주는 間接식이 있지만 직접식이 冷凍효과가 좋고 設置費도 적게 들므로 많이 보급하고 있다.

(2) Amerio 式 裝置.

이 方法에 따른 동결장치의 제작은 Amerio (美國), Atlas (덴마크), Linde (獨逸) Williams (英國) 式 등이 있다. 日本에서는 一般的으로 Amerio 式 또는 Contact이라고 부르고 있지만 미국에서는 Double Contact Pressure Plute Freezer (양면加壓接觸凍結裝置)로 불리우고 있다. 이 장치는 形狀이 불規則한 魚類나 鳥류등의 凍結食品에는 상품의 形態가 變化함으로 效果的이 못되지만 다음과 같은 利點이 많기 때문에 아직도 많이 使用하고 있다.

① 이 장치는 송풍동결과 같이 急速凍結이 되므로 產品의 品質이 좋다.

② 空氣中에서 凍結하는데 比해 동결 건조가 기하게 일어나지 않는다.

③ 設置面積이 적게 들어간다.

④ 空氣凍結 반송풍동결 송풍동결은 移動이 不可能하지만 이 裝置는 移動이 간편하다.

凍結食品의 冷凍設備

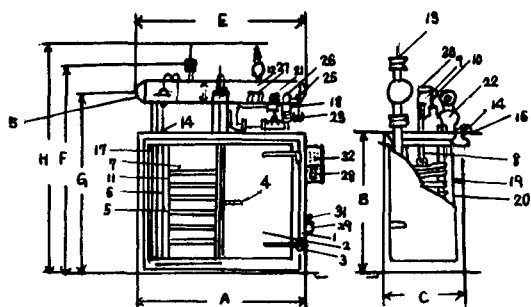
⑤ 防熱이 Cabinet에 잘되어 있기 때문에 설치장소는 常溫이라도 좋다.

⑥ 장치의 조작이 간단하여 취급이 용이 하다.

⑦ 청소나 管理가 간편하다.

⑧ 製品의 단위중량에 對해서 凍結費가 低廉하다.

1. 防熱箱
2. 兩開扉
3. 扉
4. 扉締 handel
5. 凍結板
6. 吊金具
7. 加壓板
8. 사후-드
9. Piston
10. 油壓 Ring
11. 溝付案内柱
12. Acumulator
13. 冷媒가스出口
14. 液冷媒入口
15. Fulod valve
16. 液冷媒溫過器
17. 液 Head
18. 吸入 Head
19. 고무호스
20. 고무호스
21. oil Pump
22. oil Tank
23. 油溫過器
24. 油壓計
25. 逆止辨
26. 安全辨
27. moter
28. moter switch
29. 四方辨
30. 油壓 Cylinder
31. 四方辨 valve
32. Dial型 溫度計



〔圖 8〕 Contact Freezer 의 構造

〈表 8〉

Contact Freezer 의 寸法 및 重量

通稱凍結能力 (24 時間)	Oile No.	凍結板數	凍結段	寸法 (mm)								重量 kg
				A	B	C	D	E	F	G	H	
1,000 kg	CFA-1	9	8	2,280	1,650	1,230	377	2,320	2,610	2,240	3,090	1,600
	CFF-1											
	CFB-1											
2,000 kg	CFA-2	8	7	2,880	1,530	1,325	377	2,920	2,490	2,120	2,970	2,800
	CFF-2											
	CFB-2											
3,000 kg	CFA-3	11	10	2,880	1,890	1,325	377	2,920	2,850	2,480	3,330	3,500
	CFF-3											
	CFB-3											
4,000 kg	CFA-4	14	13	2,880	2,260	1,325	377	2,920	3,220	2,580	3,700	3,800
	CFF-4											
	CFB-4											
5,000 kg	CFA-5	17	16	2,880	2,630	1,325	377	2,920	3,590	3,220	4,070	4,000
	CFF-5											
	CFB-5											

註 CFA=NH<sub>3</sub> 用, CFF=R 用, CFB=Brine 用

〈表 9〉 Contact Freezer 의 1 段收容量

食品種類	凍結時包裝單位		凍結 1 段當收容			
	寸法 mm	重量 kg	包裝個數		重量 kg	
			通稱凍結力用 1 Ton	通稱凍結力用 2~5Ton	通稱凍結力用 1 Ton	通稱凍結力用 2~5Ton
魚肉片 A	584×362× 77.0	10.00 (22 lbs)	3	6	30.00	60.00
(Fillet) B	455×304× 92.0	7.50 (16.5 lbs)	4	8	30.00	60.00
C	216× 77× 25.4	0.45 ( 1 lbs)	35	70	15.75	31.50
새 우	293×159× 69.9	2.25 ( 5 lbs)	12	25	27.00	56.25
食 鳥	127×102× 44.5	0.45 ( 1 lbs)	40	96	18.00	43.20
소채 . 과일	127×102× 44.5	0.56 (20 oz)	40	96	22.40	53.76
食 肉	127×127×177.8	0.45 ( 1 lbs)	32	78	14.40	35.10

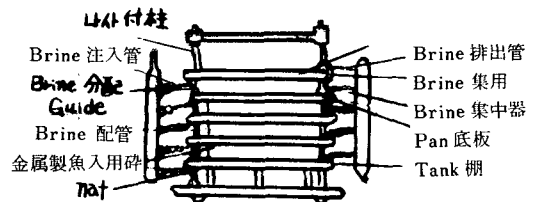
〈表 10〉 Contact Freezer 의 能力과 所要冷凍能力

通稱凍結能力	能 力	魚片肉 (Fillet)			새 우	食 鳥	소채와 과 實	食 肉
		A	B	C				
1,000 kg	收容量 / 1 回 (kg)	240.0	240.0	126.0	216.0	144.0	179.2	115.2
凍結 8 段	冷凍機 (冷凍 屯)	6.0	6.0	3.2	2.3	2.3	2.7	3.2
2,000 kg	收容量 / 1 回 (kg)	420.0	420.0	220.5	393.8	302.4	376.3	245.7
凍結 7 段	冷凍機 (冷凍 屯)	10.5	10.5	5.5	4.1	4.3	5.7	6.8
3,000 kg	收容量 / 1 回 (kg)	600.0	600.0	315.0	562.5	432.0	537.6	351.0
凍結 10 段	冷凍機 (冷凍 屯)	14.5	14.5	7.7	5.9	6.0	8.2	9.6
4,000 kg	收容量 / 1 回 (kg)	780.0	780.0	409.5	731.3	561.6	698.9	456.3
凍結 13 段	冷凍機 (冷凍 屯)	19.0	19.0	10.0	7.3	7.8	10.5	12.8
5,000 kg	收容量 / 1 回 (kg)	960.0	960.0	504.0	900.0	691.2	860.2	561.6
凍結 16 段	冷凍機 (冷凍 屯)	23.5	23.5	12.3	9.2	9.6	13.2	15.5

(3) 岩本式 接觸凍結裝置.

이 동결장치는 트-롤船等の 船內 동결장치로 日本에서 고안한 장치이다. 이 장치를 說明하면 圖 9에서 보는 바와같이 역할을 하는 평평한 Flat Tank 을 使用하여 凍結 이 形成되고 그 間 中間에 염화칼슘 Brine 을 흘려서 冷却하는 方法이다. 그리고 이 장치를 동결장치라고 한다.

이 장치는 현재 많이 使用하고 있는 Amerio



〔圖 9〕 岩本式 凍結裝置

式에 비해 볼때 Flat Tank 에 나사를 조절하여 上下로 움직이고 Amerio 式은 동결판의 간격을 조절하는 것은 油壓操作에 따라 全段을 上昇시키지 않으면 안되나 이 나사調節方法은 한단만

이라도 可能함으로 裝置가 낮다. 때문에 船內에서 使用하기에는 매우 적합한 裝置라 하겠다. 缺點으로는 Flat Tank 의 조절이 불편한 點이라 하겠다.

〈表 11〉 凍結時間과 接着壓力의 영향

魚 別	重 量 g	두 께 cm	接着壓力 kg / cm <sup>2</sup>	表面熱傳 達率 kcal / m <sup>2</sup> h °C	凍結板表面 溫度 °C	魚體初溫과 凍結板과의 溫度差 °C	品溫 -10°C 所要時間
전 광 어	4.940	6	0	20	-28	26	3.9
	4.016	6	0.078	74	-26	24	1.8
	4.355	6	0.29	106	-22	20	1.7
멸 치	4.704	6.2	0.06	78	-29	26.5	1.33
	4.822	6.4	0.16	156	-27	24.5	1.27
참 치 (Fillet)	4.993	6	0.02	63	-23	20.5	2.3
			0.05	154	-25	22.5	1.3

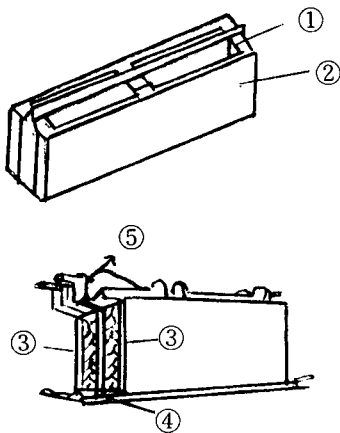
(4) 수직式 接觸凍結裝置.

Flat Tank 를 수직으로 세우고 그 사이에 食品을 넣어 동결하는 裝置로 영국의 捕鯨母船上에서 동결장치로 많이 使用하였다. 圖 9 에서 보는 바와같이 中央 Flat Tank ①과 그 양측에 있는 Flat Tank ②를 그림과 같이 합해서 1組 동결장치의 1單位가 되고 이것이 몇개 합쳐서 이 凍結裝置가 된다. 이 Flat Tank 內部에는 Brine 을 흘려 통로③이 있고 1組의 바닥판④

를 組立한 후에 上部에서 所定量의 동결품을 投入한다. 그리고 中央과 양측의 Flat Tank 의 內部에 -35°C 의 칼슘 Brine 을 흘려 冷却한다. 동결후에는 바닥판으로 10~20°C 의 Brine 을 흘려 2~3分後에 Flat Tank 表面에 接觸된것이 녹아 떨어지면 凍結肉은(약 5kg 内外) 自體 重量에 依해 밑으로 떨어지게된 裝置다. 이것을 Convyer에 얹혀 裝置실로 운반된다.

1-5. 二次冷媒液 凍結方法과 裝置

二次冷媒의 Brine 이나 糖液또는 glycerin 수용액등의 液體를 冷却해서 食品은 침적하든가 (Immersion System) 액체를 食品에 분무하여 (Spray or Fog System) 凍結하는 方法이다. 熱에 불량도체인 空氣에 比하면 液狀의 2차냉매의 傳이 比熱도 열전도율이 크므로 同一溫度일 때는 동결속도가 훨씬 빠르다. 이 方法가운데 저명한것은 Ottesen 과 通稱 Z式이라고 하는 Zarotch-enzetf의 兩장치가 있다. Ottesen 의 장치는 1925년경까지 Z式은 1925年까지 利用되었지만 그후 특수한 경우를 제외하고는 볼 수가 없었다. 그것은 凍結速度는 만족할 수 있지만 Brine 이 食品에 參入되고 오염이 심하



〔圖 10〕 垂直式接觸 凍結裝置



며 별로 많이 使用되지 않았다. 이 장치를 使用했을때 동결소요시간은 表 12, 13 와 같다.

<表 12> Z 式에 依한 凍結所要時間

食 品	規 格				Brine 溫度 °C	凍 結 時 間 分
	길이 cm	幅 cm	두께 cm	重量 g		
가 레 이	25.4	14.0	2.5	425	-38	15
다 라	48.1	7.0	3.2	567	-39	30
사 바	34.3	5.7	4.4	340	-39	20
사 껌	96.2	15.2	10.2	495	-20	75
새 우	-	-	-	225	-19	30
포크소세이지	-	-	-	450	-19	30
비 푸 스틱	12.7	7.6	2.5	225	-19	30

<表 13> 魚肉의 두께별 冷媒別 凍結時間 ( 分 )

冷 媒 的 別	魚 肉 的  두 께 cm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
空 氣 -10 °C	120	248	361	490	620	748	879	1,000	1,130	1,260
Brine -10 °C	10	21	35	54	78	112	148	190	230	275
Brine -20 °C	4	8	41	19	29	40	50	67	85	101

1-6. 凍結裝置에 따른 所要冷凍能力.

原料의 冷凍 負荷가 같다고 하더라도 使用하는 동결장치는 形式에 따라 동결중에 加해지는 他的 열량의 大小가 있으므로 동결장치에 따라 所要냉동능력의 差가 생긴다. 實用的으로 동결장치를 使用하면 魚肉(初溫 5 °C) 1 kg을 -20 °C 까지 凍結할때 필요한 冷凍能力 Kcal/kg가 다음 表 15 와 같다. 보통 魚類 1,000 kg을 동결하는경우 10,000 Kcal/24hr 로 동결될 때는 송풍기에 依해 發生되는 열량을 加해서 4,500Kcal/hr 程度가 적당하다.

2. 連續式 凍結方法

一般的으로 使用하고 있는 동결장치는 동결실에 入庫된것이 동결이 끝날때까지 기다렸다가 凍結品에 다시 入庫하고 하는 Batch 式 작업이

므로 연속동결장치를 研究中에 있으며 그중 實用化되고 있는것은 다음과 같은 요건이 구비될 시에 한한다.

(1) 凍結速度가 빠른 동결方法에 依한 것, 즉 송풍식 2 차냉매액 침적식 금속판 冷媒直接침적식(液體室素동)

(2) 食品의 形이 적어 동결소요시간이 많이 걸리지 않은것 卽 새우 딸기 아이스크림등.

(3) 形態나 종류가 잡다하지 않은 食品의 凍結作業을 할때

(4) 多量生産의 製品으로 稼動率이 높을 것 以上과 같은 條件을 가진 品目에 對해서는 연속식 동결장치가 利點을 많이 발휘할 수가 있다.

2-1. Band 式 tunnel 연속동결장치.

이 장치는 獨逸의 Linde 社에서 無端 Conv-

〈表 14〉 凍結裝置別 所要冷凍能力 (魚肉)

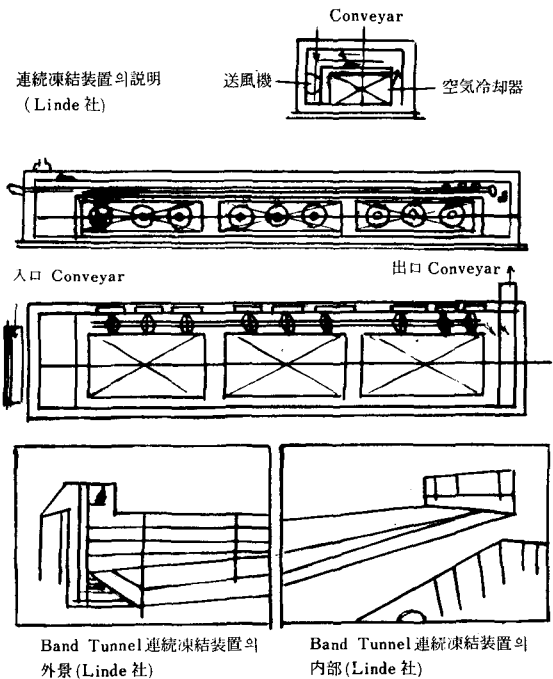
凍 結 方 法		金 屬 板 接 觸 式		半 送 風 式	送 風 式		
凍 結 裝 置 的 型 式		冷 媒 蒸 發 到 的 依 賴 的 Amerio 式 等	Brine 을 使用 하는 Amerio 式 等	管 凍 結 室 內 送 風	Velte Com 使用 的 連 續 式	空 氣 冷 却 裝 置 的 列 的 間 에 車 入	Tunnel 式 車 使用
冷 媒 蒸 發 温 度 °C		-34~36	-39~-41	-37~-40	-42~-40	-42~-45	-42~-45
Brine 温 度 °C		-	-34~-36	-	-	-	-
空 氣 温 度 °C		-	-	-30~-33	-32~-35	-35~-36	-35~-36
魚 體 的 冷 凍 負 荷 Kcal/kg		75	75	75	75	75	75
他 冷 凍 負 荷 (熱 損 失)	外 部 로부터 的 侵 入 熱 量 Kcal/kg	3	3	7	7	10	10
	送 風 機 及 Pump 에 依 賴 熱 量 "	-	5	9	15	10	20
	凍 結 裝 置 自 體 를 冷 却 하 는 熱 量 "	3	3	3	3	3	3
	랏 子 車 를 冷 却 하 는 熱 量 "	-	-	-	-	4	4
	門 扉 的 開 閉 等 에 依 賴 熱 量 "	9~14	9~14	6	7	8	8
合 計	生 鮮 1 kg 을 凍 結 하 는 데 必 要 的 冷 凍 能 力 (Kcal/kg)	90~95	95~100	100	107	110	120

eyer 式을 채용한 송풍式의 Tunnel 동결장치로서 과채류 凍結에 많이 使用하고 있다. 그 구조는 圖 11, 12에서 보는 바와같이 위에 있는것은 橫斷圖이고 가운데는 縱斷面 下部에 있는것은 平面圖이다. 공기 냉각장치와 송풍기는 Conveyer의 下部에 있고 冷風은 Conveyer의 走行에 對하여 眞橫에 교차되게 흐르며 Conveyer의 速度는 凍結에 所 要되는 時間에 適 合하게 調 節이 可 能하게 되어 있으므로 Tunnel의 入口에 넣는 食品은 出 口에 까지 오면서 凍 結에 完 了된 다. 이 Conveyer의 長이는 10 m, 폭 2 m이고 小 單 位 包 裝을 한 食品은 600 kg 程 度까지는 可 能하다. 空 氣의 温 度는 -32~-35 °C이다. 그리고 모든 作 業 工 程은 全 自 動 化 되어 있다.

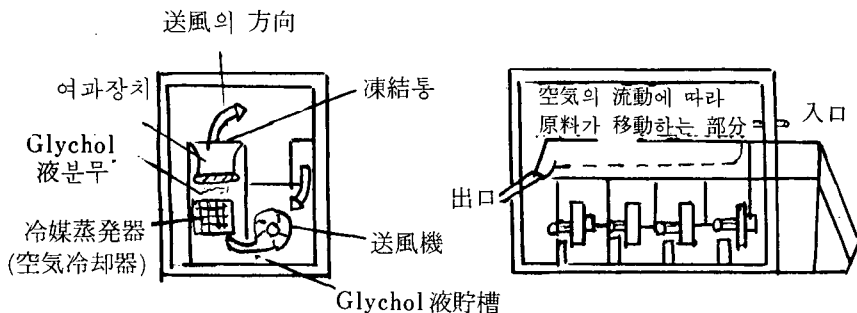
2-2. Flo Freeze Freezing System.

原料를 流體와 같이 取 扱하여 흘러서 移 動시 켜 凍 結하는 方法을 Fluidized Freezing System (流化凍結方法) 이라고도 한다. 이 方法은 Conveyer를 利 用하지 않고 原 料을 흘러서 凍 結하는 裝 置로서 Frigoscandia (스웨덴)에서 近 年에 考 案한 方法으로 Flo Freezer 라고 불리우고 있

다. 이 裝 置는 1963 年에 스웨덴 오란다 영국 미국 캐나다에서 모두 10 個 工 場이 運 營되고 있다. 이 裝 置의 一 例을 들면 아래 圖 11 과 같다.



〔圖 11〕 Band 式 Tunnel 連 續 凍 結 裝 置



〔圖 12〕 Flo Freezer 의 說明 (Quick Frozen Foods)

防熱이 되어있는 凍結裝置의 外周의 表面은 알미늄으로 피복되어 있고 規格은 4.58 m×6.10 m×3.94 m로 内部는 上下의 양면으로 나누어져 있다. 下部에는 그림에서 보는바와 같이 空氣冷却장치 送風機 그리콜 液撒布裝置가 있고 上部에는 凍結櫃(Freezing Tray)가 있다. 原料는 이 凍結櫃內를 流動하면서 凍結되게 되어있다. 空氣冷却器의 冷媒蒸發器 表面에는 Defroste는 후로피렌 그리콜溶液을 분무하여 실시한다. 이 Defrocte 溶液은 Resever-Tank를 設置해 놓고 이 溶液을 재순환시킨다. Defroste 溶液의 濃度調節은 Control Pannel에서 모두 自動으로 調節할 수 있게 되어있다. 凍結櫃에 들어간 原料는 空氣의 流動에 따라 凍結이 되기 때문에 Convey 等의 장치가 必要없는 것이 특징이라고 하겠다. 卽 圖11에서 보는바와 같이 空氣는 送風機에 의해 空氣冷却機를 통하면서 冷却되고 含有된 그리콜溶液은 微滴이 여과장치(Eliminator)에서 除去되고 凍結櫃中에 있는 原料는 吸入되는 冷空氣와 原料間의 熱傳達率이 크게되어 急速한 凍結이 이루어진다.

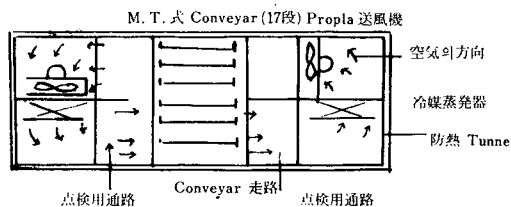
原料는 Shaker가 있는 凍結櫃에 떨어지면 空氣에 의해 교반되므로 他端까지 移動하는 동안 凍結은 完了된다. 이 裝置를 많이 이용하고 있는 製品으로서 Peas Out bean, Cut asparagus, Lima bean, Cut-Corn, Diced Carrot 等の I, Q, F 製品이 있다.

2-3 M. T. 式 連速凍結裝置

이 장치는 Tunnel 型의 중풍식 동결장치로서 冷風이 순환하는 계통과 Endless Conveyar 로 構成되어 있다.

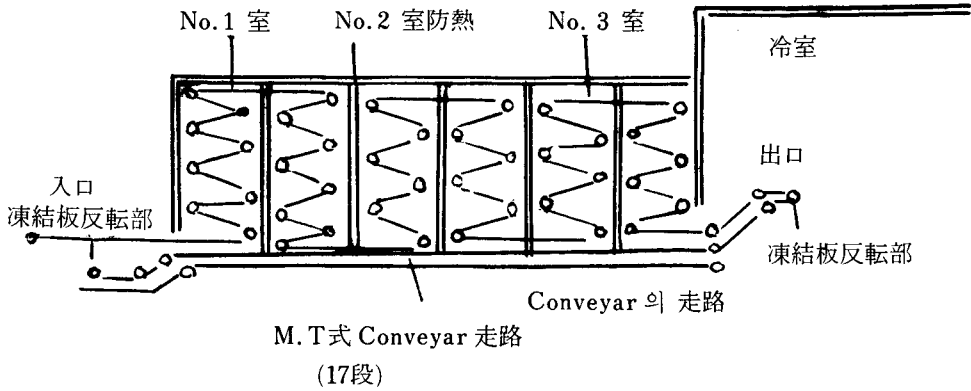
(1) 장치의 구조와 작동

Tunnel 의 壁, 天井 床面은 방열이 되어 있지만 그 크기나 形狀은 MT式 Conveyer의 能力長 단수에 따라 冷却송풍장치는 달라진다. 空氣의 溫度와 速度 Conveyer의 tunnel 通過 時間은 凍結할 食品의 所要條件에 따라 결정된다. MT式 Conveyar 는 로-라 Chaine 走路에 따른 多段의 레-일을 통과하면서 연속적으로 凍結이 완료되며 동결 途中에 이상이 생길때는 自動적으로 경보가 울리며 運行이 停止될 수 있는 安全裝置가 잘 되어 있다. 이 裝置를 利用한 製品으로는 凍結豆腐과 Ice Cream 等이 代表的인 食品이며 그 기계의 構造 및 形態는 다음과 같다.

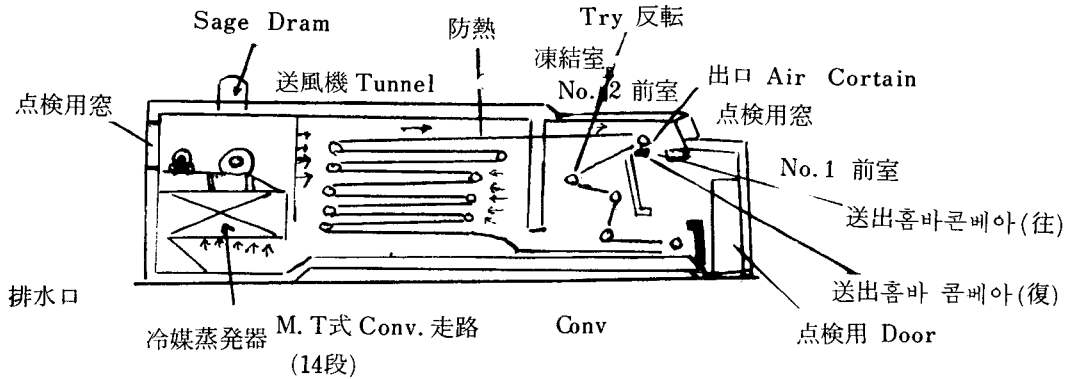


〔圖 13-a〕 凍結豆腐用 M. T. 式 凍結裝置의 Tunnel 의 橫斷面

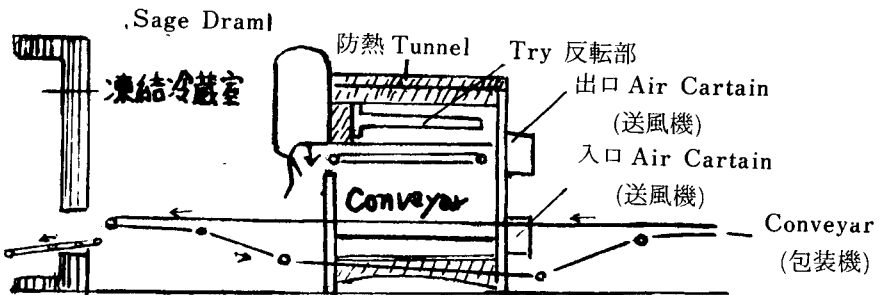
冷結食品의 冷凍設備



〔圖 13-b〕 凍結豆腐用 M·T式凍結裝置의 縱斷面



〔圖 14〕 Ice-Cream 凍結傾化用 M.T.式凍結裝置의 縱斷面



〔圖 15〕 Ice-Cream 凍結傾化用 M.T.式凍結裝置의 橫斷面

2-4. Ligui-Flash 連續凍結裝置.

이 장치는 美國의 Gordon Johnson 社에서 食鳥의 凍結用으로 開發된 二次冷媒液을 使用한 연속식 동결장치로서 미국 및 호주에서 많이 사용되고 있는 方法이다. 종래의 浸漬式이나 사-와式에 比해 凍結速度는 빠르지만 加壓의 산수를 뿌리는 方法이므로 二次冷媒가 渦流를 이끄는 까닭에 雨狀의 낙하와 함께 屠體와 이차냉매와의 사이에 열전달율이 매우 좋아진다. 二次冷媒는 프로피렌 그리콜 水溶液을 使用하며 그 濃度는 40~50% 溫度는  $-18 \sim -8^{\circ}\text{C}$ 의 범위內이지만 作業의 標準條件은 46%  $-13 \sim -9.5^{\circ}\text{C}$ 이다. 凍結速度는  $-9.5^{\circ}\text{C}$ 때는  $-40^{\circ}\text{C} \sim -35^{\circ}\text{C}$ 의 送風式凍結과 같다.

3. 冷凍機를 使用하지 않는 連續凍結 裝置

3-1. 液體窒素를 利用한 凍結裝置.

液體窒素를 ( $\text{L}, \text{N}_2$ ) 利用한 凍結方法은

(1)  $\text{L}, \text{N}_2$  中에 食品을 넣어 凍結하는 方法.

卽 Immersion System과

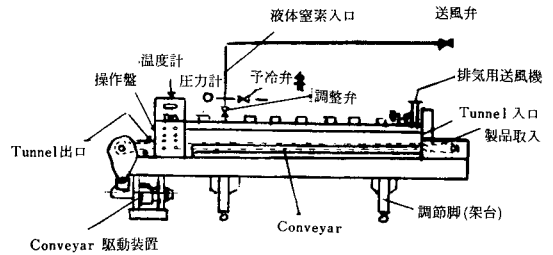
(2) 食品에  $\text{L}, \text{N}_2$  를 분무하는 方法. 卽

Spray System으로 大別할 수 있지만 實用的으로는 후자가 近年에 와서는 많이 利用되고 있다. 이 裝置는 凍結能力이  $600 \text{ kg/h}$  일 때는 防熱 Tunnel의 길이는  $10 \text{ m}$  內外이며 이 Tunnel內에  $\text{LN}_2$  Gas를 분무하면서 被凍結物은 Conveyer를 통해 서서히 移動하면서 凍結이 시작된다.

Tunnel 內部는 入口로부터 出口까지는 豫冷凍結( $\text{LN}_2$  분무部分) 品溫의 平均部分으로 區分할 수 있으며 그 標準의 溫度의 分布狀況은 (MF 100型) 圖 12와 같다.

$\text{LN}_2$ 의 분무에 依해 생기는 窒素 Gas는 아직 상당히 低溫이므로 교환용 Fan을 利用하여 食品의 豫冷에 使用한 후 배출한다. Conveyer가 凍結用 防熱 Tunnel을 통과하는 時間은 一定하지 않지만 두께  $1 \text{ cm}$  程度의 것은 10 分間이면 品溫이  $-20^{\circ}\text{C}$ 가 된다.

$\text{LN}_2$  Freezer 利用할 때의 利點은 다음과 같다.



[圖 16]  $\text{LN}_2$  Freezer의 外景과 構造

①  $\text{LN}_2$ 의 蒸發溫度  $-196^{\circ}\text{C}$ 이므로 초급속 동결이 가능하다. 즉, 品質이 우수하다.

② 凍結時間의 短縮으로 연속적 作業이 加能하다.

③ 化學적으로 不活性인 窒素 Gas 中에서 凍結됨으로 空氣中에서 實施하는데 比해 食品의 酸化에 의한 品質變化를 막을 수 있다.

④ 食品의 溫度가 순식간에 낮아짐으로 凍結乾燥가 별로 일어나지 않는다.

⑤ 同一能力의 冷凍設備에 比해 施設費가 적게 소요된다.

⑥ 保守管理가 冷凍機에 比해 간편하다.

(7) 裝置를 必要에 따라 移設이 可能하다. 그러나 다음과 같은 問題點도 있다.

① 發生되는 窒素 Gas를 다시 使用할 수 없기 때문에  $\text{LN}_2$ 의 소모량이 많아 운전경비가 많이 들어간다. (冷凍機의 電力費에 比해) 食品  $1 \text{ kg}$ 當  $0.5 \sim 1 \text{ kg}$ 이 소모된다.

② 場所에 따라서는  $\text{LN}_2$ 의 補給이 自由스럽다.

③ 小型의 食品은 可能하나 大型은 利點이 별로 없으며 또 製品에 均열이 생긴다.

3-2. 液化炭酸 連續凍結裝置.

液化炭酸을 使用하여 I.Q.F 用의 凍結裝置가 紹介되고 있다. 凍結 Tunnel 內를 食品이 Conveyer에 실려 통과할때 연속적으로 液化  $\text{CO}_2$ 가 분무된다. 食品은 Tray-Ice의 雪을 쓰고 凍結되므로 Snow Freeze라고도 한다. 이 裝置

는 特히 meat Patties 햄-버그, 菓子 빵類 등  
의 取扱中에 形이 變하면 안되는 食品을 연속적  
으로 I.Q.F를 하는 製品에 적합하다. 송풍式과  
같이 凍結中에 乾燥가 일어나지 않고 急速히 凍  
結이 되므로 品質이 우수하다.

그러나 製品 1 ton 에 CO<sub>2</sub> 1 ton 이 消費되  
므로 凍結原價가 높은것이 문제이지만 高價의 製  
品을 加工할 때는 採算이 맞을 것으로 생각된다.



광 고

회원들의 각종 시험대비 및 실문분야에서의 기술향상을  
도모하기 위하여 냉동 및 공기조화 분야에서의 문제를 중  
심으로한 아래의 도서를 본 학회에서 한정판으로 Reprint  
하여 회원 여러분께 실비로 판매하니 많은 신청 있으시기  
바랍니다.

— 아 래 —

1. 책 명 : Air Conditioning through Worked  
Examples
2. 주요내용 : 열전달, 건물로부터의 열손실, 태양열,  
공조장치, 수분전달, 냉동, 압력손실 및  
덕트 치수, 환
3. 가 격 : 회 원 2,000원 (우송료 포함)  
비회원 2,500원 (우송료 포함)
4. 판 매 처 : 학회 사무실
5. 대금납부방법 : 우편환 또는 현금 구입.