

台湾养鱼文献荟萃

第八册

加工系列



## 鱼病诊断指南

鱼类寄生虫简易鉴别法	1
1.原虫类	
极囊孢子虫类	5
鞭毛虫类	18
肉质虫类	21
2.吸虫类	
单世代吸虫类(单生类)	
盾吸虫类	40
复世代吸虫类	41
3.绦虫类	59
4.线虫类	63
5.钩头虫类	70
6.甲壳类	77

## 养殖鱼难病对策

1.总论	
海面养殖与难病对策	87
内水面养殖与难病对策	91
2.海水鱼	
%之链球菌症	95
%之类结节症	98
%混合感染症	101
%之脑内寄生虫症	108
%稚鱼之腹水症	110
加腊鱼之冬季溃疡病	114
加腊之长颈钩头虫症	116
加腊之Epiehellcysts症	118
养殖河%之口白病	120

# 食品冷凍的基本概念

## Basic Concept in Freezing of Foods

江善宗

SHANN-TZONG JIANG

(國立台灣海洋學院水產食品科學系)

### 一、前言

歐美日地區的冷凍食品生產量與消費量均有逐年增加的傾向，近年來我國台灣地區的冷凍食品，特別是冷凍調理食品及冷凍蝦類的生產，在量與質方面均有顯著的提昇，在目前自由經濟之發展下，冷凍食品在生產上必須重視質的變化，筆者將在本會刊作一系列的介紹有關冷凍食品之製造以及品質的改進及維護，首先介紹食品冷凍的基本概念。

冷凍是藉着物質的物理或化學變化，由物品中奪取熱量以達到冷卻目的之操作。應用於食品方面，其目的是維持食品的品質，亦即抑制或防止食品在貯藏中所產生之生化學變化，以及因微生物繁殖所造成之變質。而且凍結亦廣被應用為加工處理的手段，例如凍結乾燥及凍結濃縮等之利用。因此本文將先就凍結過程中所發生之基本問題加以整理，提供給業界參考。

### 二、低溫貯藏食品的原理

食品置於室溫下，經過一段時間則食品本身發生種種的生化學變化，最後不堪食用。食品由生產到不堪食用的過程中，首先是因本身酵素的作用使食品成分改變，繼而因微生物之繁殖，致使食品不堪食用。因此抑制酵素作用以及微生物的繁殖為食品保藏的基本手段。而低溫貯藏食品的原理即是利用降低溫度來緩和與變質有關之酵素性的生化學作用，同時抑制微生物繁殖，而達到保存食品的目的。當食品之品溫降到凍結點以下，將能有效地抑制微生物的繁殖，同時由於食品中一部分的水結為冰晶，溶質之相對濃度上升，水分活性下降，使微生物之生長更加困難，因此可以長時間保存。但是由於凍藏中冰晶的成長，以及未能完全阻止酵素性作用以及氧化作用，因此凍結貯藏並非能使食品長期保存。

### 三、凍結過程中食品之物理性質變化

#### 1. 食品之凍結曲線、凍結點、共晶點以及凍結率

如果將食品在凍結過程中，記錄其品溫之變化，則如圖1得一曲線，該曲線稱為凍結曲線。一般所謂之凍結曲線，如無特別說明時大都指食品中心溫度之變化曲線。在圖中之B點即為凍結點（freezing point），亦即食品中水分開始凍結時之溫度。一般魚類的凍結點隨着魚種、季節、年齡等之不同而有變動，一般在 $-0.5 \sim -2.0^{\circ}\text{C}$ 之間（表1）。

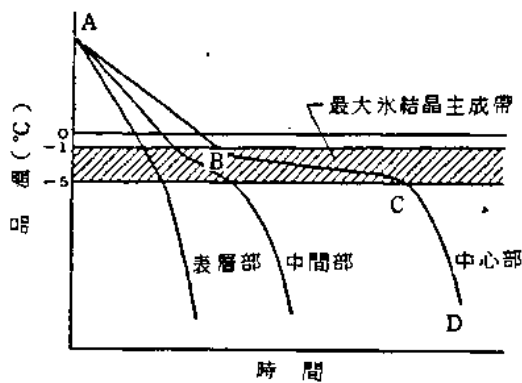


圖1 食品之凍結曲線

表1 魚貝類及海藻類的凍結點

種	類	凍結點 $\theta_f$ °C	共晶體 $\theta_e$ °C
淡水魚，青蛙，乳，卵		-0.5	
肉，鯨肉，鳥，野菜		-1	
回遊性海水魚，介，果汁		-1.5	-60
底棲性海水魚，介，海藻		-2	
果實		-2.5	

圖1中之B-C為食品內部冰晶形成的過程，在該過程中，被取走之熱量都是凍結潛熱，因此該階段之凍結曲線幾乎水平（Thermal Arrest）。由於在凍結過程中，水分先被凍結，因此溶質之相對濃度增加致使凍結點下降，一般由凍結點到 $-5^{\circ}\text{C}$ 之品溫區，約有

$60 \sim 80\%$ 之水分結為冰晶，故該溫度範圍（ $-1 \sim -5^{\circ}\text{C}$ ）被稱為最大冰晶生成帶（Zone of maximum ice crystal formation）。食品內部水分凍結終了之溫度（一般稱為共晶點 Eutectic Point）大約在 $-60^{\circ}\text{C}$ 附近。在凍結點與共晶點之間，食品內部水分凍結的比例一般稱為凍結率。

凍結率一般可依下式求得：

$$R = 1 - \frac{\theta_f}{\theta}$$

其中：R：凍結率（一般以%表示）。

$\theta_f$ ：食品之凍結點（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

$\theta$ ：食品的溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

例如凍結點為 $-1^{\circ}\text{C}$ 之食品，當食品溫降為 $-5^{\circ}\text{C}$ 時，其凍結率為80%左右。

## 2. 物理常數的改變

水的比熱為1.0，冰的比熱為0.5，一般而言，溫度愈低其比熱愈小。如果將食品分為固形物與水分兩部分來考慮，則食品的比熱受含水率之影響至鉅，因為一般食品中含水率高，水的比熱與固形物相比要大很多。其實食品並非均質的，因此即使同一種類亦會有個體的差異。一般食品之比熱應以實測值為準，其近似值可依 Monvoisin 式求得，亦即：

凍結點以上時 食品比熱

$$C_1 = \frac{X + 0.4b}{100} \text{ (kcal/kg}^{\circ}\text{C)}$$

凍結點以下時 食品比熱

$$C_2 = \frac{0.5X + 0.4b}{100} \text{ (kcal/kg}^{\circ}\text{C)}$$

※註：(1) X：食品之含水率（%）

(2) b：水分以外之固形物百分比（%）

(3) 式中0.4為固形物之平均比熱  $C_m$ ，該值隨着溫度  $t^{\circ}\text{C}$  而改變，低脂肪食

品可依 Plank 式求得，亦即  $C_m = 0.35 + 0.0016 t$

在凍結時間的計算上，食品之凍結潛熱 (  $f$  , kcal / kg ) 亦由食品之含水率來決定，一般可依下式求得，亦即：

$$f \text{ (kcal / kg)} = \frac{r \cdot a}{100}$$

註：  $f$  : 凍結潛熱 ( kcal / kg )

$r$  : 為水之凍結潛熱 ( kcal / kg )

$a$  : 為食品之含水率 ( kg / kg )

物質內部熱的移動稱為熱傳導，在單位時間，單位厚度，在每溫差  $1^\circ\text{C}$  之熱傳導量 ( kcal ) 稱為熱傳導率  $\lambda$  ( kcal / mCh )。熱傳導率  $\lambda$  值一般可依下式求得：

(凍結前)

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_f [\lambda_{w1} X + \lambda_s (1 - X - Y)]}{[\lambda_{w1} X + \lambda_s (1 - X - Y)] Y + \lambda_f (1 - Y)^2}$$

$$\text{或 } \lambda_1 = \frac{\lambda_f [0.5X + 2(1 - X - Y)]}{[0.5X + 2(1 - X - Y)] Y + \lambda_f (1 - Y)^2}$$

(凍結後)

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_f [\lambda_{w2} X + \lambda_s (1 - X - Y)]}{[\lambda_{w2} X + \lambda_s (1 - X - Y)] Y + \lambda_f (1 - Y)^2}$$

$$\text{或 } \lambda_2 = \frac{\lambda_f [2X + 2(1 - X - Y)]}{[2X + 2(1 - X - Y)] Y + \lambda_f (1 - Y)^2}$$

註：  $X$  : 含水率 ( % )

$Y$  : 脂質含量 ( % )

$1 - X - Y$  : 固形分 ( % )

$\lambda_{w1}$  : 水之熱傳導率 =  $0.5$  ( kcal / mCh )

$\lambda_{w2}$  : 冰之熱傳導率 =  $2.0$  ( kcal / mCh )

$\lambda_f$  : 脂質：熱傳導率

固體：  $\lambda_f = 0.15$  kcal / mCh

液體：  $\lambda_f = 0.1$  kcal / mCh

$\lambda_s$  : 固形分之熱傳導率

$\lambda_s = 2.0$  kcal / mCh

一般水之熱傳導率  $\lambda_{w1}$  為  $0.5$  kcal / mCh，當凍結為冰時，其熱傳導率  $\lambda_{w2}$  增為  $2.0$  kcal / mCh，增加 4 倍。由此可知，凍結狀態之食品的熱傳導率要比非凍結狀態者大的很多。上述食品之物理常數如表 2 所示。

### 3. 凍結過程中食品之體積膨脹

在凍結過程中，食品內部水分逐漸被凍結，由原來的液態而變為固態，當水分結為冰晶時，體積發生膨脹，此時之體積膨脹部分與凍結前體積的比稱為體積膨脹量，一般以 % 表示。

在凍結前之  $0^\circ\text{C}$  附近的溫度下，水的比重量為  $\gamma_{w1} = 1000$  kg / m<sup>3</sup> 但是當結為冰晶後，其比重量  $\gamma_{w2} = 920$  kg / m<sup>3</sup>，因此水被凍結為冰時，其體積膨脹量 (  $e_w$  ) 為：

$$e_w = (\gamma_{w1} - \gamma_{w2}) / \gamma_{w2} \\ = (1000 - 920) / 920 = 0.087$$

亦即體積膨脹量為  $8.7\%$ 。但是食品中含水量有一定的比例，而且結合水在一般的凍結溫度下大部分不被凍結，因此對整個食品而言，其體積膨脹量要比冰之膨脹量小。

假設食品之含水率為  $a$  ( kg / kg )；凍結率  $R$  ( kg / kg )；食品凍結前的體積為  $V_1$  ( m<sup>3</sup> )，重量  $W$  ( kg )，凍結後之體積為  $V_2$  ( m<sup>3</sup> )，則凍結前後食品之比重量分別為：

$$\gamma_1 = W / V_1 \text{ ( kg / m}^3 \text{)}$$

$$\gamma_2 = W / V_2 \text{ ( kg / m}^3 \text{)}$$

食品在凍結點與共晶點間，被凍結之水分為  $W \cdot R \cdot a$  ( kg )，未被凍結之水分為  $W \cdot a \cdot (1 - R)$  ( kg )。食品因凍結所造成之體積膨脹量  $e$ ，依定義為：

$$e = (V_2 - V_1) / V_1$$

$$\text{故： } e = \frac{\gamma_{w1} - \gamma_{w2}}{\gamma_{w2}} \cdot a \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_{w1}} \cdot R$$

表2 在 0°C, 760 mmHg 下生鮮食品之各種物理常數計算值

種	類	成分 (%)										比重 $\gamma$ (kgf/m <sup>3</sup> )		比熱 C (kcal/kg°C)		潛熱 f(kcal/kg)		熱傳導率 $\lambda$ (kcal/mh°C)	
		水分		脂質		固形		灰分		合計 I-X-Y		凍結前 $\gamma_1$	凍結後 $\gamma_2$	凍結前 $c_1$	凍結後 $c_2$	凍結前 $\lambda_1$	凍結後 $\lambda_2$		
		X	Y	蛋白質	炭水化合物	灰分	分	分	分	分	分								
野	葱	89.1	0.2	1.2	9.0	0.5	10.7	0.5	10.7	910	840	0.93	0.48	71.28	0.65	1.93			
菜	茄子	93.8	0.2	1.0	4.5	0.5	6.0	0.5	6.0	950	870	0.96	0.49	75.04	0.58	1.93			
果	橘子	88.9	0.3	0.8	9.6	0.4	10.8	0.4	10.8	910	830	0.93	0.48	71.12	0.65	1.89			
實	蘋果	87.9	0.5	0.4	11.0	0.2	11.6	0.2	11.6	900	830	0.92	0.48	70.32	0.66	1.83			
牛	肉	71.6	6.1	21.0	0.3	1.0	22.3	1.0	22.3	1,060	1,000	0.82	0.47	57.28	0.67	1.64			
肉	脂	60.9	20.5	17.5	0.2	0.9	18.5	0.9	18.5	1,040	990	0.78	0.47	48.72	0.43	0.57			
豚	肉	59.2	22.9	16.7	0.2	1.0	17.9	1.0	17.9	1,040	970	0.77	0.47	47.35	0.41	0.52			
肉	脂	42.9	44.3	12.0	0.1	0.7	12.8	0.7	12.8	1,000	970	0.70	0.48	34.32	0.28	0.31			
鯨	肉	72.7	3.0	23.0	0.3	1.0	24.3	1.0	24.3	1,070	1,010	0.83	0.46	58.16	0.71	1.27			
肉	脂	64.5	20.6	13.8	0.3	0.8	14.9	0.8	14.9	1,030	980	0.80	0.48	51.60	0.33	0.41			
雞	成雞肉	72.8	5.0	21.0	-	1.2	22.2	1.2	22.2	1,060	1,000	0.83	0.47	58.24	0.69	1.24			
肉	小雞肉	72.1	1.7	24.9	-	1.3	26.2	1.3	26.2	1,080	1,020	0.82	0.46	57.68	0.92	1.65			
魚	鮪魚	71.5	2.4	24.6	-	1.5	26.1	1.5	26.1	1,080	1,020	0.82	0.46	57.20	0.76	1.37			
肉	鯉魚	70.0	3.0	25.4	0.3	1.3	27.0	1.3	27.0	1,080	1,020	0.81	0.46	56.00	0.74	1.27			
其	果汁	88.4	0.1	0.2	11.1	0.2	11.5	0.2	11.5	1,035	815	0.92	0.48	70.72	0.67	1.96			
他	牛乳	88.6	3.3	2.9	4.5	0.7	8.1	0.7	8.1	1,020	950	0.93	0.49	70.88	0.63	1.23			
	雞卵	75.0	11.2	12.7	-	1.1	13.8	1.1	13.8	1,030	970	0.85	0.48	60.00	0.43	0.64			

$$\text{因 } e_w = \frac{r_{w1} - r_{w2}}{r_{w2}} = 0.087$$

$$r_{w1} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

故得食品之體積膨脹量為：

$$e = 0.087 \cdot a \cdot \frac{r_1}{1000} \cdot R$$

由以上可知食品在凍結過程中體積膨脹量與食品之含水率（ $a$ ），凍結前之比重量（ $r_1$ ）以及凍結率（ $R$ ）成正比相關。該種凍結膨脹為使食品變形，龜裂以及組織破壞之重要原因。因此業者須特別注意，尤其是容器以及凍結設備之設計，凍結工程之選擇都應列入考慮。

#### 4. 凍結速度與時間

在食品凍結的過程中，凍結速度的決定以及凍結時間的計算是很重要的一環。但是凍結速度以及到達所要求溫度所須之凍結時間受食品內之熱傳導率、凍結溫度等因素影響，而且食品內之溫度分布，凍結狀態分布亦相當複雜，要平均地來表示幾乎不可能，因此凍結時間大都以食品被冷卻到所要求溫度時所須要時間來表示，而凍結速度亦大多以冰結前線之進行速度來表示。

食品在冷卻、凍結過程中，凍結曲線大都是以表層到中心部採數點所測得之溫度變化來加以描繪。一般食品內部溫度下降最慢的位置稱為溫度中心點。但是由食品的形狀不同所決定之幾何中心點，一般稱為中心點，由該點所測得的溫度稱為中心溫度，但是幾何中心點並不一定與溫度中心點相同。

食品之溫度中心點由  $0^\circ\text{C}$  降至凍結點以下  $10^\circ\text{C}$  所需要的時間稱為公稱凍結時間，如果通過溫度中心點將食品分割為二部分之厚度來除公稱凍結時間，其值即為公稱凍結速度（ $\text{cm/h}$ ）。但是如果食品由初溫降至所要求之凍結

終溫所需要的時間稱為有效凍結時間。同樣地由溫度中心點將食品切成兩片，以其厚度去除有效凍結時間，其值即為有效凍結速度（ $\text{cm/h}$ ）。

如果以公稱凍結時間來考慮凍結進行的程度，食品之凍結點  $\theta_1 = -1^\circ\text{C}$ ，溫度中心點的溫度降至凍結點以下  $10^\circ\text{C}$  即為  $\theta = -11^\circ\text{C}$ ，凍結進行的程度以凍結率（ $R$ ）來表示時，則：

$$R = 1 - \frac{\theta_1}{\theta} = 0.91$$

亦即中心部約有 91 % 的水分凍結。而愈接近表面，其溫度愈低，凍結率也愈大。因此在公稱凍結時間內食品幾乎已凍結完成。

影響凍結速度及凍結時的主要因素有：冷卻媒體的溫度，食品表面之熱傳導率（ $\alpha$ ），食品本身之熱傳導率（ $\lambda$ ），含水率（ $\lambda$ ）以及食品之形狀大小等。一般而言，冷卻媒體的溫度愈低，食品表面之熱傳導率及食品本身熱傳導率（ $\lambda$ ）愈大，含水率愈低，食品厚度愈小，則凍結時間愈短，凍結度愈快。

凍結速度之不同，一般區分為急速凍結與緩慢凍結兩種，但是其間之界限並不明確。食品在凍結時，以人為的方法使凍結室之冷卻媒體強制循環，以加速凍結速度者，一般商業上均稱之為急速凍結，而靜止式凍結者均稱之為緩慢凍結。

## 四、解凍之一般概念

解凍法依其做為加工原料用或一般家庭消費等目的之不同多少有異。前者當然要符合大量，快速及廉價的商業要求，但無論如何，真正優良之解凍法乃指解凍後食品品質接近凍結前之狀態的方法。欲行優良解凍法，我們不

能不注意影響及解凍後食品品質之種種因素，特別是解凍前食品的品質，解凍速度及解凍終溫三點因素。以下就這三點依次地加以說明。

## 1. 解凍前食品的品質

欲使如上述之凍結前良好狀態再現於解凍後的食品，則在解凍前必須使凍結前之良好狀態藉著適當的低溫來保持。一般而言，冷凍品及冷凍食品在解凍前已歷經原料選擇，處理，凍結，貯藏，運送等過程，在該過程中，冷凍品（包括冷凍食品）因水結晶的成長，蛋白質的變性，脂質之油燒及酸敗等而引起品質降低之現象仍不斷地進行。雖然均是凍得硬硬地，一看全是良好的冷凍品，但其品質不一定良好，嚴密地查看，應是千差萬別，玉石相混。故在解凍前選到「玉」即好，運氣不佳碰上「石」則再好的解凍法也無法變成「玉」。大家應該瞭解的是一凍藏中大部分的變化均是無法復元之不可逆變化。故筆者在此首先要強調——保證解凍後食品品質的因素乃是解凍前食品之品質。

解凍前之各階段管理適當，溫度控制良好，保持優良之品質，再配合上良好之解凍法來解凍，始能得到高品質之食品。但是依食品之形態，種類等不同，只要解凍前品質優良，無論採用何種解凍法（但有限度），大致可得到近乎凍結前之優良品質。例如，凍結之後不經凍藏之魚介類，置于空氣中任其自然解凍，一般均可得到良好的品質。又在超級市場購買如燒賣，水餃，魚排等之調理冷凍食品，回到家之途中，不知何時溶解之解凍法，其解凍後之品質仍很優良。這些均是形態小，薄，解凍前之品質優越之故。

對於煩雜解凍法之不瞭解乃是阻害冷凍品

及冷凍食品消費原因之一。如上述之一些不煩解凍法之高品質冷凍品及冷凍食品應是一般消費者的共同願望。但事實上有很多食品不然，其解凍後之品質仍受解凍法所左右，例如，冷凍鮭、旗類、冷凍鯨肉、魚漿，南極磷蝦等等。

## 2. 解凍速度

此點因素對於解凍後品質的影響不如前項解凍前之品質重要，但是對於解凍速度對品質影響的重要性仍不可忽視。

通常冷凍品在解凍過程中，品溫的變化以解凍曲線來表示。圖2乃是東京水產大學田中教授將鯨肉在10~14℃的室溫中解凍之解凍曲線。

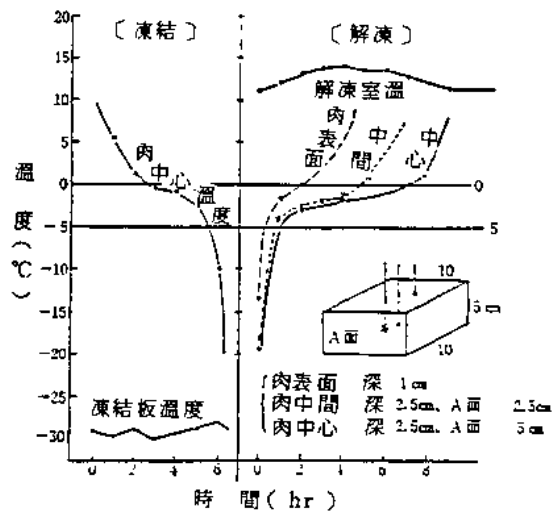


圖2 鯨肉在室溫(10~14℃)中解凍之解凍曲線及其凍結曲線

由圖2中可知，冷凍鯨肉在解凍過程中，品溫達0℃以上時，其肉表面須2小時，肉中間部分須5小時，肉之中心部須要7小時之多。其解凍速度可由解凍曲線中一目瞭然。由圖



2 可知，肉中心部（肉中間亦是）的解凍曲線和凍結曲線成相稱圖形，且兩曲線均有一共同之特異點，即在 0℃ 與 -5℃ 之間的曲線近乎水平，換言之，均是須時最長的階段。在凍結曲線中，品溫 0℃ 降至 -5℃ 時，食品中大部分水分均已結冰（設該食品之凍結點為 -1.5℃ 則在 -5℃ 時之凍結率為 70%），亦即在該溫度範圍內約 60~80% 左右之水要結成冰，通常將該溫度帶稱之為最大冰晶生成帶，相反地在解凍曲線中，-5℃~0℃ 之溫度帶，食品中冰晶融解最多，並無特定之名詞，在此姑且稱之為最大冰晶融解帶。冰的溫度每升高 1℃（如 -10℃ 昇到 -9℃）約須吸收 0.5 kcal/kg 之熱量，而冰要溶解成水則約須吸收 80 kcal/kg 之熱量，亦即須吸收之熱量為冰溫上昇所吸收之熱的 160 倍左右。故在最大冰晶融解帶須吸收之熱量最大，亦即須時最長之溫度帶。目前止，對於解凍速度的定義，急速與緩慢解凍之區別均無一定之界限，此點與凍結的情況相類似，但是欲使解凍速度加快，即使急速地解凍必須令其品溫迅速地通過最大冰晶融解帶是無可疑惑的。

在凍結時，令品溫快速地通過最大冰晶生成帶，則在食品內部將形成不易損傷及細胞，組織的微細冰晶，又據報告 0℃~-5℃ 之溫度帶食品蛋白質易變性，如此快速地通過亦可減少蛋白質變性機會……等等優點，此乃急速凍結食品之品質較優越的理由。

在解凍之際，令品溫快速地通過最大冰晶融解帶，則可避免在解凍前線上冰融解後再冰晶化，而減輕對於細胞，組織的破壞。對於蛋白質變性而言，仍和凍結之情況相同，以急速解凍較為有利，據日本尾藤氏之研究，為保持冷凍鮪魚肉之紅色色澤，應採取使品溫迅速通過肌肉色素 myoglobin 易變化之 -8~7℃ 溫

度帶的解凍法。綜合上述，對於食品品質而言，急速解凍並不如急速凍結之效果顯著，但仍具有上述之優點存在。

一般冷凍魚介類及肉類在低溫中實施緩慢解凍時，其品質較高溫急速解凍者佳，其理由為：解凍時間長有充裕的時間使冰溶解後再被細胞，組織吸收之故，該項事實與上述急速解凍之優點恰相矛盾，關於此點，筆者認為：

(a)：據田中氏以冷凍顯微鏡直接觀察凍結和解凍過程時指出，魚肉組織經凍結後急速地解凍，則冰融解後之水再被吸收而完整地復元，但凍結——解凍之操作經過返覆 3~4 次後，細胞組織逐漸地被破壞，融解後的水漸漸不再被吸收。該項結果說明了如食品之細胞組織很新鮮，富有活性，亦即在解凍前食品品質優越，即使無充分之被再吸收時間的急速解凍亦可完整地復元。相反地亦說明了實施急速解凍而無法完整地復元，在第四節第 1 項中強調之解凍前品質不良，應負相當的責任。

(b)：由圖 2 可得知，冷凍鮪肉在解凍過程中，其肉表面與中心部之溫度分布不均勻，這種現象對於小型魚類，或厚度較薄的肉片並不甚嚴重，但如大型之肉類，鮪旗，鮪等就容易產生此種溫度分布不均衡現象，以致在高溫急速解凍時，易融解的表面及表下層因曝露于高溫中而發生變色，變質現象，此種現象如在低溫中緩慢解凍筆者認為較不易發生（發生得較慢），但主要的乃是解凍後的品溫，亦即次項將討論之解凍終溫如能保持于低溫即可，換言之，解凍過程中，品溫昇到解凍終溫（如 0℃ 左右）止實施急速解凍應無多大問題。筆者以為，今後無論是小型魚類、肉類或大型魚類、肉類均實施急速解凍到食品表面融解後置于低溫（如 5℃ 以下）再行緩慢解凍的處理方式是值得一試。

以上所述之急速解凍法是指以空氣和水為解凍媒體之急速解凍法，不包括在後章將討論的利用電氣之急速解凍法。（與上述之急速解凍法相比，應是超急速解凍法）。

### 3. 解凍終溫

一般冷凍品及冷凍食品，當其品溫昇到0℃時即可算是解凍終了。但實際上還有很多後處理作業，其間食品品溫最高的溫度稱之為解凍終溫。對於冷凍品及冷凍食品而言，凍結速度對於品質之影響遠大於凍結終溫，但對於解凍而言，却是解凍終溫之影響比解凍速度大，其中解凍後品質的劣化速度遠比生鮮品快又顯著亦是原因之一。

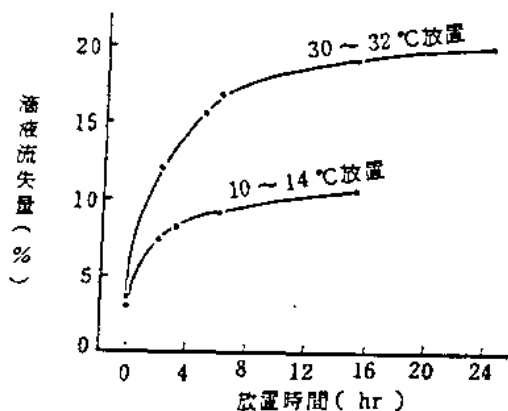


圖3 利用高周波誘電加熱解凍後鯨肉分別置於10~14℃及30~32℃的室內，其滴液流失情形

根據東京水產大學田中教授之研究，（如圖3），使用高週波誘電加熱解凍後之鯨肉放置於10~14℃及30~32℃兩種溫度下時，很明顯地置於高溫下之鯨肉，其滴液流失量要多。且在高溫下之試料肉表面有變黑現象，發

生異臭，品質劣化。由以上結果得知，以高周波誘電加熱解凍後置於低溫下其滴液流失量少，肉質極佳，但解凍後之處理不妥當，再好的解凍法亦是前功盡棄的。該項結果正說明了解凍終溫之重要性。

因此解凍終溫應儘可能低溫，且放置時間不宜過長，有時，不使食品完全解凍，亦即食品仍保持幾分硬度之半解凍狀態下即開始做加工或其他調理較為妥當。又在後述之各論中將討論在凍結狀態下直接加熱調理之加熱解凍法，因可以急速解凍，同時可以抑制酵素及微生物之活性，和化學變化之進行。而減少前項所述解凍後品質劣化之顧慮的獨特解凍法。（後續）

## 五、參考文獻

- 1 加藤秀朗：食品冷凍の理論と應用，pp. 68 - 91，光琳書院，東京，1974。
- 2 田中和夫、小嶋秩夫：食品冷凍工學，pp. 142 - 168，恒星社學生閣，東京，1976。
- 3 田中和夫：冷凍空調便覽，pp. 783 - 798，日本冷凍協會，東京，1981。
- 4 村田 敏：冷凍空調便覽，pp. 411 - 420，日本冷凍協會，東京，1981。
- 5 原生一太郎：食品冷凍テキスト，pp. 117 - 128，日本冷凍協會，東京，1974。
- 6 石橋貞人、志賀 徹：食品の凍結理論，冷凍，63(729)：679 - 683，1988。
- 7 田中武夫：冷凍品の解凍について，コールドチェーン研究，2(3)：21 - 28，1976。

# 操作氨(NH<sub>3</sub>)冷凍機二大癥結之剖析

\*  
林光源

## 一、前言

液封和液體回流(Liquid back)或稱液槌(Liquid hammer)為操作氨壓縮冷凍系統之二大癥結。也是技術員常會碰到的事，如果不立即處理甚或驚惶的手足無措，易導致小者損壞機件，嚴重的更會炸毀管路或冷凍設備等意外事故，所以技術員應懂得其原理及注意防止處理方法，以免發生悲慘意外，以下就此作一剖析。

### 1. 液封

在冷凍設備裡由於「液封」所引起之事故極為可怕、危險。所謂液封的意思係指液體冷媒存在於管路或各關閉閥裡。如在夏季因氣溫高，液體冷媒膨脹，壓力非常的高(例如液態存在時，飽和狀態的氨冷媒在40℃為15.85 kg/cm<sup>2</sup> abs，還不算高，但若僅為液體NH<sub>3</sub>(氨)存在下則壓力異常的高。)即使是相當堅固的容器也會被炸毀破壞的，惟論是管路呢？雖各容器或高壓側裝有安全閥可不必擔心，但液管之連結管等則須特別注意否則易發生事故。

#### 1-1 防止液封的方法

每次凍結終了後或長、短期停(封)機時，應將壓縮機出口閥、受液器(Receiver)之液出口閥及液管系統之電磁關閉。將蒸發器及各管路之冷媒盡量回收至受液器至冷凝器內貯存，通常回收的程度是視受液器液出口閥至膨脹閥(EXP)之間的液管路表面有著霜現象為止。

### 2. 液槌(Liquid hammer)

#### 2-1 液槌的定義

氨冷凍機之故障起因於液槌(即液體回流)之情形仍佔大部份。所謂液槌就是指液體冷媒於蒸發器內未完全蒸發成氣體，而呈液氣體混合之狀態吸入於冷凍機內造成濕壓縮。換言之，液槌就是需要(Demand)及供應(Supply)失去平衡，負荷所需要之蒸發量與冷媒供給量未能配合，液體冷媒供給過多所致。冷凍機在正常運轉時其發生之聲音仍以有規律之音律傳出，回液(Liquid back)時即產生「DPP」液體冷媒敲打閥片，機件等之聲音，操作者應可聽出其與平常規律聲之不同而作緊急處理，不得任其繼續運轉否則將會引起閥片軸承等之損壞，嚴重的更有炸毀冷凍機之可能。

#### 2-2 發生液槌的原因及膨脹閥之開度

發生液體回流的主要原因不外乎是膨脹閥開度過大，冷媒未能完全蒸發成氣態而被冷凍機吸入，或於運轉中臨時大量的進出貨(未事先預冷)引起負荷急劇的變動所致，綜上觀之，膨脹閥的開度是關鍵點，那麼應開幾齒為較妥當呢？應視冷卻盤管(Cooling Coil)之長短及冷凍(藏)庫是否滿庫(Occupy)或空庫(Empty)其開度自有所不同，通常膨脹閥之啓用程度大約為 $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{2}$ 為宜(或依經驗而定)。有的膨脹閥上有數字刻度較容易操作，若沒有不妨作個記號，若吸入溫度高而冷凍機之低壓閥着霜時，將膨脹閥打開 $\frac{1}{4}$ 程度俟1~2小時觀察其結果再作調整，每調整1次EXP須經過1~2小時方能顯示其效果

，不可頻繁或操之過急，所謂欲速則不達。調整膨脹閥的要領是以漸次的方式進行，慢慢的調整由小到大，正常運轉下啓開情形絕少超過 $1/8$ 轉以上。

### 2-3 發生液槌的徵候

液槌時，冷凍機則有如下之徵兆：

- 1 高壓吐出溫度降低（約  $40^{\circ}\text{C}$  以下）。
- 2 吸入管及曲軸箱下側結霜。
- 3 油起泡，冷媒溶於潤滑油中，油被吸上油消耗量突增引起 Oil hammer。
- 4 油壓低於  $2\text{ kg/cm}^2$  以下（油壓與低壓之壓差）；油溫低於  $10^{\circ}\text{C}$  以下。
- 5 安全頭動作，金屬撞擊聲。

### 2-4 輕微液槌之處理方法

如液體回流量少症狀較輕者，應立刻關閉膨脹閥或關小，觀察其結果（或經一段時間）再進一步檢查系統探明原因。液體回流輕微時，可從排氣閥（Purger valve）接一橡皮管將氨（ $\text{NH}_3$ ）冷媒放出排於水中，如可能設法將曲軸箱加溫至  $20^{\circ}\text{C}$  以上即可啓動冷凍機或採取下列步驟處理：

- 1 關閉膨脹閥。
- 2 關緊吸入閥繼續運轉冷凍機，使回流管（Suction line）裡面之氨冷媒蒸發。
- 3 俟低壓下降後稍打開暫以  $0\text{ kg/cm}^2$  左右運轉卅分～一小時，再完全打開關斷閥直至壓力正常無變化。
- 4 冷凍機恢復正常運轉後，徐徐打開膨脹閥。

### 2-5 嚴重液槌時之處理方法

曲軸箱內混有大量液氨冷媒時，由油視窗可看出液氨溶於油面上，因氨比重小於油之故。若高壓溫出溫度下降至  $40^{\circ}\text{C}$  以下，曲軸箱結厚霜，油溫也下降至  $10^{\circ}\text{C}$  以下，無法啓動冷凍機此為嚴重液回之現象。為防止冷凍機損壞等之事故應先予停機而後採取如下步驟處理。

(A) 另外有冷凍機可利用者：

- 1 關膨脹閥（EXP）。
- 2 關閉吐出閥。
- 3 如倉庫設有出口關斷閥需先行關閉。
- 4 利用冷凍機互相通之管路閥打開運轉冷凍機抽取液氨回流之冷凍機內之液氨。
- 5 觀察油視窗內液氨被抽情形直至抽完為止。
- 6 或開排油閥，排除冷凍油及機內之液氨冷媒排於水中。
- 7 置換新冷凍油（如可能預先加溫）排除機內空氣。
- 8 打開吐出閥，依序啓動冷凍機。

(B) 無其他冷凍機可利用時：

- 1 停止冷凍機。
- 2 關吸入閥及膨脹閥。
- 3 打開吐出閥。
- 4 打開旁通閥（By-pass Valve）將高壓熱冷媒氣（ $1\sim 2\text{ kg/cm}^2$ ），輸入曲軸箱使液氨逐漸蒸發。（注意慢慢輸入，以防液氨過熱比容積急速變大）
- 5 啓動冷凍機注意油溫不可超過  $55^{\circ}\text{C}$  以上至曲軸箱內之液氨完全蒸發殆盡。
- 6 關小旁通閥，微開吸入閥繼續運轉冷凍機直至正常運轉，若油量減少即補充。
- 7 關閉旁通閥，完全打開吸入閥俟完全恢復正常運轉後再調整膨脹閥。

## 二、結論

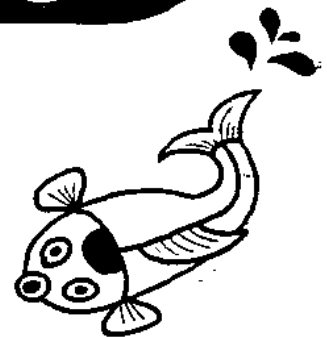
以上所述為現今冷凍廠均採用之方法，尤其是(b)法較為簡便、有效、省時（不失為一個良好的法子，只須注意幾個小原則，就可解液槌的問題，總而言之，預防重於處置，不管是液封或液槌，每次凍結完畢或負荷變動或停機前，如將液氮盡量回收至受液器以及謹慎的操作E X P等即可防止此種事故發生，同時下次啓動壓縮機時亦較容易及安全。

## 三、謝辭

本文承台灣區果菜運銷股份有限公司冷凍廠廠長黃邦固先生校正謹以致謝。

金慈豐魚苗繁殖場

七星鱸魚苗及  
烏魚苗分讓



彰化福興鄉三和村8~2號  
(047) 787353

# 冷凍水產食品工廠的衛生管理和良好作業規範

劉廷英

(行政院衛生署食品衛生處)

## 一、食品冷凍和微生物

食品之所以會惡變腐敗乃因食品中微生物在增殖時的代謝作用將食品分解，而產生腐敗現象，與食品腐敗有關之微生物有細菌、黴菌、酵母等，其中以細菌對食品的影響為最大。就食品衛生的觀點來看，其中又以感染型及毒素型等食品中毒細菌之污染及增殖，更是問題的重點。針對食品的劣變及腐敗現象，我們對微生物之抑制所採取的手段有(1)罐頭、殺菌軟袋等食品，是將食品原料密封在容器內然後加熱殺菌。(2)控制或阻礙微生物增殖時必要的生長條件，如溫度、水分、營養分及氫離子濃度等。此外尚有冷凍、乾燥、鹽藏、糖漬、防腐劑之使用。近年來消費者對本身的健康關心程度愈來愈高，相對的對添加了防腐劑、鹽分及高糖分浸漬的食品之接受性已逐年降低。再加上飲食生活水準不斷的提高和攝食嗜好的改變等因素，人們對食物的需要有著多樣的變化，在各種食品加工型態中，因冷凍的食品能保持食物原有的品質（包括色、香、味、營養及衛生條件），因此生產量和消費量都在急速地成長中。

冷凍食品是一經過前處理後，再急速凍結使其品溫降至攝氏零下18度以下，並貯存於此溫度下。由於水分的結

晶使水分活性（ $A_w$ ）降低，因此可抑制微生物發育，若加上良好包裝可以防止細菌二次污染，和表面變化。在此有一個重要觀念：凍結和冷凍貯藏只能抑制微生物增殖，並無滅菌效果。舉例來說：貯藏溫度在 $-1^{\circ}\sim-5^{\circ}\text{C}$ 間，在短時間內，菌數有減少之傾向， $-15^{\circ}\sim-20^{\circ}\text{C}$ 時，菌數幾乎沒有變化。這類狀況依菌數不同也有不同之變化。一般而言革蘭氏陽性菌比陰性菌之抗性強，因此在 $-18^{\circ}\text{C}$ 凍結貯存之食物，其微生物僅有一小部分死滅，但絕大多數均能長期間生存，食品中毒細菌也具有相同的情形。

但是在食品衛生上這種小程度的死滅並無意義，而且葡萄球菌的凍結耐性特別強，並且廣泛地分佈於自然界中，在冷凍食品中亦曾被檢出。這在製程的管理上亦為重點之一。肉毒桿菌、產氣莢膜桿菌等，會形成胞芽的食品中毒菌，對加熱或凍結，均有極強的抗性，在凍結貯藏中，並不會減少，而在解凍時會有增殖的現象，這對食品的衛生安全均有影響，所以在製造過程中如何防止細菌污染和增殖是非常重要的。

## 二、冷凍水產工廠之衛生管理

冷凍食品，特別是產量多的冷凍

水產食品和冷凍調理食品，其所涵蓋的原料種類極多，而且製造過程複雜，故易增加微生物污染的機會。因不能期待凍結和貯藏來殺菌，因為有過半數的加工成品並未經過加熱殺菌過程，即使經過加熱殺菌的成品，也都是在前端進行的，因此在後段的過程上便有二次污染的問題。所以應建立由原料、製造過程中的衛生管理觀念，特別是加熱調理後對二次污染的防止，此乃衛生管理上的重點。

冷凍食品工廠的衛生管理，可以分為下列五大類：

- (1) 廠房、設備、環境的管理。
- (2) 原料的管理。
- (3) 製造過程的管理。
- (4) 從業人員的管理。
- (5) 製成品的管理。

食品工廠的衛生管理應以清潔、低溫及迅速處理三大管理原則為前題來進行。如減少原料的細菌污染並儘量保持在低溫，在製造過程中應迅速處理凍結，以防細菌增殖，此外對作業場的環境衛生和機器之洗淨、殺菌以及從業人員的衛生管理等，此乃防止二次污染的重要措施。

### (1). 原料污染的防止

原料受細菌污染的程度，支配了原料的衛生品質，因此原料進廠前即應進行細菌及品質檢查，一切均須符合規格標準始能進廠使用，為了減少品質變化應在一定的溫度及時間下做好管理工作。

特別是水產物，在原料初期時，已被某種程度細菌所污染，因此在解凍及加工處理上更應特別注意，防止細菌增殖，另一方面如未煮熟的油炸冷凍調理食品，因為使用的副原料如小麥粉、麵

包粉等，均無法選擇完全無菌的狀態，故更應避免二次污染。所以最重要是原料處理場，必須和其他場所完全分隔，也就是應該設置原料處理區。

### (2). 製程中細菌增殖的防止

一般以細菌成長曲線來表示微生物之增殖情形。由成長曲線可以知道細菌之增殖可以分誘導期、對數期、靜止期和衰減期四個階段。誘導期是增殖的準備時間，核糖核酸 (RNA) 和酵素蛋白在細菌細胞內合成，幾乎沒有增殖現象，接著是對數期，細菌開始以對數速率急速的增加，由於營養分之缺乏和代謝產物增加，細菌的增殖漸漸緩慢，然後進入靜止期和衰減期。從衛生管理上來說減少原料污染，並使之保持在低溫下，這樣可以延長誘導期時間，延緩其增殖速度，在細菌增殖前，即施以凍結工程。所以在製造流程上溫度和時間之管理是必要的，調理冷凍食品之主原料或副原料均為細菌之營養源，因此更需低溫管理，如混合牛油等要低於攝氏 8 度以下，尤其在炎熱季節裏更應注意加強品溫之管理。加熱過程裏最重要的是要設立適當加熱條件 (溫度、時間)，使加熱後之品溫在攝氏 7 度以上，此外為了防止殘存細菌之增殖，需於潔淨冷風中急速冷卻，並立刻凍結。製造過程中除了要控制細菌污染外，在衛生管理上要合乎清潔、低溫、迅速三大原則，特別是在加熱後防止二次污染更是重點。

### (3). 設備從業人員的衛生管理

工廠的環境應整頓妥當，原料驗收及處理室等污染區和加熱過程以後的清潔區，應明顯區分。防止原料之微生物

所造成污染，在調理加熱過程上，應加強蒸氣之排放和除濕換氣等，以避免水滴凝結，引起二次污染。另一方面應控制產品流量，使整個生產過程不發生阻滯現象。此外機器要容易拆卸清洗。食品製造廠的機械衛生管理重點是，使用之機器要經常保持清潔，完全防止細菌污染。

在從業人員的衛生管理上，穿戴清潔之工作衣帽，定期健康檢查。患有疾病或手指受傷者，不得從事現場作業，最重要的是在作業前後要勸行徹底有效的洗手。並且為了減少手指接觸食品之機會，製造流程應儘量機械化、合理化，特別是在加熱調理後的流程安排。因此適當連續式的凍結裝置，和調理過程之連接，使整體作業一貫化，不但可以節省人力也可防止在凍結前之停滯，衛生上的效果極大。此外防止因廠內不清潔空氣，和空中落菌所引起的二次污染，應裝設排氣、空氣除菌設備，尤其經過加熱處理後的冷卻和包裝過程更要使之無菌化。

### 三、GMP式的衛生管理

近年來以美國為中心，在食品製造過程上導入了新的衛生管理概念，即是良好作業規範（Good Manufacturing Practice，簡稱G.M.P.）方式。

到目前為止，衛生管理系統是以對最終產品的抽樣檢查為主，為了順應消費者對衛生品質提升之要求，所採用的衛生管理也就是GMP方式—即由原料進廠開始經製造過程到最終製品等各過程中，針對每個重點所訂定的技術上的衛生管理標準，在義務上應該實施採用。

G.M.P.方式之規格標準訂定和實施重點如下：

- (1)鑑定 ( Identification )：確認各原料、各工程之製品的安全性。
- (2)防止污染 ( Contamination prevention )：防止異物、重金屬、殘留農藥、食品中毒菌之附著和混入。或者是為了要防止使物品品質低劣之微生物附著及混入，對工廠環境、機械器具、空中落菌、從業人員等的污染防止。
- (3)雙重檢查 ( Double check )：錯誤之排除措施，確立各流程之檢查體制和品質管理體制。
- (4)標幟管理 ( Label control )。
- (5)管理記錄之保存 ( Evidence preservation )。

在美國以G.M.P.方式為藍圖之衛生管理方式採用食品危害分析重點管理方式 ( Harzard Analysis Critical Control Point System 簡稱 HACCP )。這種方式以微生物管理上的檢查重點來說，原料是「危害分析」，製造過程是「重點管理方式」來明確劃分，使整體製造過程能獲得系統性管理。

### 四、結論

(一)冷凍水產食品加工之品質管制樞紐將包括下列之項目：

1.環境衛生與其維護：包括水質管制、昆蟲等之控制、灰塵、空氣、凝結水及攪雜物 ( foreign materials ) 等污染之防止、廢水及廢物之處理等。

2.加工之設備及用具之衛生：其會使食品受到微生物及其他攪雜物之污染。

3.作業人員之衛生：包括衣物、裝



飾物及其作業習性等。

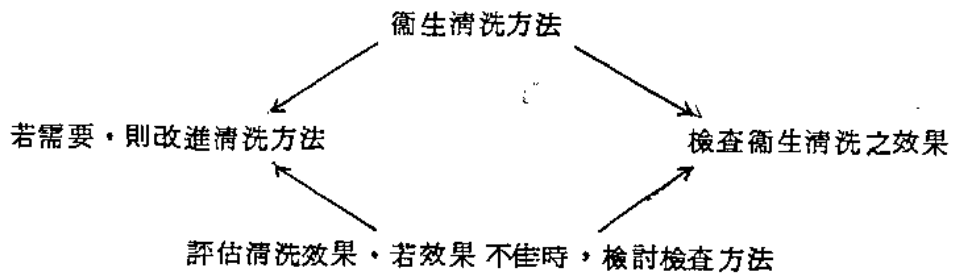
4. 加工成分及成品之微生物數目管制。

5. 通常溫度控制是必要的，因溫度與微生物生長有密切之關係。

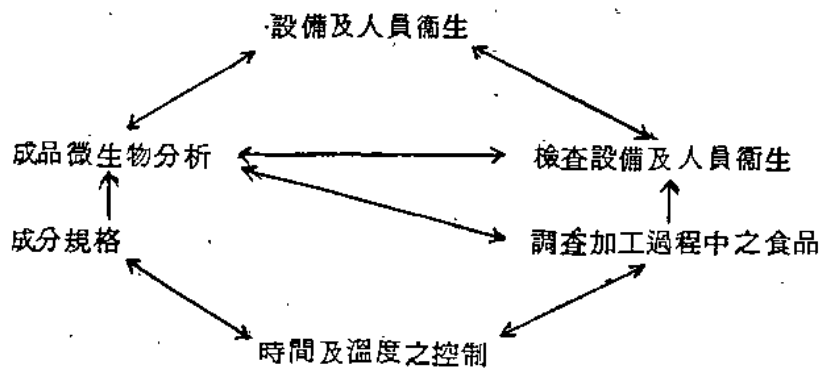
6. 時間與溫度，亦是管制的重要因素，通常無論加工成分是冷藏或凍藏都有其容許之最好貯藏時間，加工時，食品之調理時間亦需有限制，冷凍時通常也要絕對控制食品之冷凍速率。

(二) 討論冷凍水產食品之品質管制樞紐時，值得強調的是該管制系統具有回饋特性 ( feedback characteristics )。設備和人員衛生之微生物檢查結果，通常是趕不及當天有效的應用，對於加工過程中食品微生物之檢查，其情形亦相同，故持續性的設備和人員衛生之微生物調查，以及加工過程中食品之微生物檢查，亦僅在於找出這些問題是否在加工過程中曾發生。

### 1. 衛生設備



### 2. 加工管制



必須強調的是「檢查」並不可能保證冷凍食品之品質與安全，唯有徹底執

行良好的加工管制計劃始能產製品質既優良又安全之冷凍水產食品。