

# 「海運冷凍貨載」常見之損害

方信雄

## 一、前言

隨著經濟的發展，人們積極追求健康長壽與美麗人生，即消費者採購食品的主要思維，已從往昔一味講求物美價廉，轉為如何吃得精緻健康；貿易商與超市的經營者為迎合此一趨勢，不得不全年無休的大量進口異國新鮮果蔬，此為促使海上冷凍貿易市場歷久不衰的主因。

傳統上，生鮮食品一直是利用冷凍船以散裝方式運送，而此一貿易與運送模式，反應出生產者與消費者間的殖民情懷，如同早期台灣香蕉與鳳梨外銷日本，或是中南美洲與非洲的蔬果輸往歐洲皆是，在大英帝國內特惠關係(Imperial preference)的政策下，英國各殖民地將物資輸往英國市場，都將享有特別補助，即是促成此等貿易旺盛的主因之一；即使去殖民化後的日子裏，此一運作依舊以某種形式存在於大英國協的保護傘下持續著，直到二次大戰末期，乃至八〇年代才有所謂雙邊貿易協定，以及混合經濟模式的出現，當然也演變成當前貿易國政府介入主導

國內主要企業涉外貿易的模式。

為滿足上述的市場與物流需求，冷凍(藏)貨載運送設施的更新、設計及發展遂成為運航者所熱衷與關心的；就在業者及使用者之求新求變的要求下，海上冷凍運輸已由往昔單純的機械式溫度控制及通風換氣，演變至時下之高科技及電腦化全自動控制。

而冷凍貨櫃正是此時代巨輪下之產物，目前冷凍貨櫃之承運量，約佔全球冷凍運輸量之六五%。此乃因為其運費為乾貨櫃之三至五倍不等，故而世界各大海運公司莫不以發展冷凍貨櫃為要務。

為謀求最大利益，如何將生鮮貨載保持在最佳狀態下，漂洋過海的運往目的地，當然就成為海運業者提供專業服務的天職了；然而，實務上常遭遇許多冷凍(藏)貨載發生損壞的案例，結果每造成運送人、保險公司乃至貨主的困擾與巨額損失。

儘管硬體設施的精進改善，若未能針對海上冷凍運

送的特質，作相關軟體的配合，勢將無法全然避免貨損的發生，甚且衍生諸多後續責任上與理賠上的爭議。

## 二、貨載保鮮之原理及概念

一般談及保鮮，人們通常會直覺的想到冷凍；所謂冷凍 (Refrigeration)，大體上可說是一種冷卻過程，即利用人工操作，除去含於某些物質如魚、肉、蔬果等之熱量，使得此等物質之溫度保持或降至適於儲藏之較低溫度，以使得以貯存較長之時間。

實際上，整個冷凍循環過程即是利用冷媒之狀態發生變化時，必需吸取熱量或放出熱量的原理來達到冷凍之目的；至於一般所謂之「冷藏」乃指以不致使貯存物凍結的溫度，將貨物冷卻或貯存之謂。

因為熱會自溫度較高的物質流向溫度較低的物質，使得在溫度較高的物質中運動迅速的分子 (Molecules)，放出某些能量給存在於溫度較低物質中運動較慢的分子，因此，溫度較暖物質的冷卻乃因為其分子運動變緩慢了；反之溫度較冷的物質之溫度升高，則是因為其分子運動加快了。很顯然的，對任何生命體而言，其生命只有在限制的溫度界限內始能維持，此即意會降低溫度是有條件的，決不可一味地降低溫度以求減低化學反應速度。

另一方面，每一生命體之成長率 (Rate of Live) 都可以藉溫度加以控制，對任何生命體之生命過程而言，皆有其成長最速的「最適溫度」(Optimal Temp.)；但當溫度降至最適溫度下時，其成長率即會減慢，如再繼續降溫會使其「暫停」成長(尤如動物的冬眠)，反之，如溫度升高到某一界限(最適溫度以上)時，則化學過程將會取代正常的成長過程，而終將使其「停止」生長。

所有物質生命過程的最適溫度皆不同，一般在負八℃至一〇〇℃之間；因此，冷凍(藏)之理想目的即在確保物質的外觀及實質不致變質，且能保持新鮮狀態，對蔬果而言更是力求其生命的延續。

## 三、冷凍貨載常見之貨損

如同上述，儘管硬體設施如何的精進發展，究竟仍需相關軟體的全面性配合。因為冷凍設施之故障，或為冷凍(藏)貨損發生之主要原因；但因人為疏失所導致之貨損亦時有所聞，是故如何在整個運送過程中，妥善照顧冷凍(藏)貨載實不容忽視。

基本上，冷凍(藏)貨載依其生理特性，各有其特殊的運送條件存在，如無法滿足此等條件，則易使貨載受損；一般冷凍(藏)貨載在運送及貯藏過程中，最常見的貨損不外下列幾項：

## (一) 低溫寒害(Chilled Damage)

有關蔬果在冷藏及運送時，因為溫度控制不當，或凍結所致貨載受損之事故時有所聞，對某些植物體而言，在結冰時並不一定會死亡，但可以肯定的是，絕大多數的植物一旦凍結即會喪失生命(凍死)；而有些蔬果對低溫更是敏感，就是在凍結點以上之溫度亦會造成嚴重的傷害(低溫寒害)，其中尤以熱帶及亞熱帶產之蔬果最易遭受低溫侵害，至於受害的程度則依品種、運送狀態、溫度及時間長短之不同而有差異，最易導致低溫寒害之蔬果當屬香蕉，由於香蕉為本省最大宗外銷青果，是故特將其遭受低溫寒害之情況敘述於下：

香蕉青果遭受寒害之徵象，為皮下出現褐色細點或條紋，此顯然為乳管(Latic Vessel)單寧代謝作用失調所致，即果皮表面細胞死亡，進而氧化所造成，此種現象頗為常見；如將香蕉長期置於十二℃以下時，即有遭受寒害之可能，但短時間之低溫則不會有影響，香蕉寒害主要為溫度與時間之相互作用所致。

若能視品種之類屬及航程遠近，加以選擇適當溫度，寒害自能預防或減少。

香蕉一旦遭受寒害，再也不易催熟黃，即使催熟後表皮亦無法全部變黃，結果將造成表皮色澤不一致，

且在處理過程中更易留下手指痕跡，終致商品價值大幅降低。

至於蔬果因凍結(結冰)而引起的傷害，不僅被凍結的部份產生變質，尚能自此變質部分向周圍慢慢擴延，終致全部腐壞，此稱為凍結傷害(Freezing Injury)，簡稱凍害；在作貯藏或運送前，必須確知何種蔬果於何種溫度即開始結冰，另一方面，蔬果之結冰點並不像水結冰一樣的固定於0℃，而是依蔬果種類而異，即使同一種類亦會因生長環境、溫度等各種條件的不同而有些微差異。

一般言之，水分多者結冰點溫度較高，水分少者結冰點溫度較低，而同一種蔬果亦會因成熟度的不同，造成蔬果個體含水率的差異；實際上，糖分較多的果實，其結冰點比較酸之果實為低，而蔬菜則較不受糖分之影響。而蔬果凍結傷害之原因可分為二，即：

## 1. 細胞之機械性損傷

水凝結成冰時，會使其體積增加一〇%左右，並使其由柔軟體變成硬體，另一方面因任何冷凍(藏貨載之個體，皆由脆弱之細胞組織所構成，因此，當細胞壁內部的水分結成冰晶時，就會造成細胞組織之損傷，故即使解凍後仍會因細胞組織及細胞壁之遭破壞而無法回復原狀，此即所謂細胞的機械性損傷。

## 2. 細胞液之分離損傷

冷凍貨載個體細胞內、外之細胞液乃由液胞膜及原生質膜所分隔，而以液胞膜外之細胞液濃度較低，即其結冰點溫度較高，因之結冰必自液胞外開始，而此開始結冰之溫度即是該貨載之凍結點；於是貨載個體在結冰初期，常會產生液胞膜外之細胞液中的水分已結成冰晶，而液胞膜內胞液中之水分尚未結冰之現象。

水之蒸汽壓 (Water Vapour Pressure) 較冰之蒸汽壓為大，所以水較易化成水蒸汽，結果液胞膜內之水分一蒸發即會穿過液胞膜或原生質膜往細胞外逸出，並凝結於細胞膜層外已結為冰之細胞液上，此種水分通過膜層所進行的擴散現象稱為滲透作用 (Osmosis)；而其引起之細胞內水分往外分離所造成之傷害，稱為細胞液之分離損傷，又其對貨載之影響除了上述之機械性損傷外，更會因水分流失致使細胞壁內之細胞液濃度 (主要為鹽分及糖分) 變高，而使得冷凍速度變緩。

至於冷藏魚類或肉類之凍結，如結冰速度過於緩慢，將傷害到貨載品質，此乃因為在經過最大冰晶生成帶 (0至5°C) 時，造成大量冰晶的形成，致使組織遭受破壞，且在解凍或烹飪時產生大量出水之現象，更使得肉類變老或硬；而此損害之程度則依凍結速度，及冰晶之大小

而定，也正因此而產生了現今急速冷凍的技術，旨在迅速通過上述之冰晶生成帶以求得較小之冰晶。

### (1) 早熟或過熟 (Premature or Overripe)

冷藏蔬果於運送過程中，如貨艙溫度過高 (一般為二五°C以上) 時，原生質膜內的蛋白質就會有凝固死亡之虞，一般稱此為高溫傷害，亦即所謂過熟 (Over Ripe)；蔬果過熟時將導致果肉軟化，果皮脆弱，而早熟或過熟皆為蔬果船運之最大問題，每一次航程，皆不可免。

因為貨主與貿易商所需要之蔬果為青色實體 (Firm Green)，或達適當熟度者，以供後續催熟或調節市場供需用之；因此，防止蔬果早熟或減低船熟 (Ship Ripe) 程度，實為船運過程必須克服之首要問題，而蔬果早熟或過熟之原因可歸諸下列：

#### 1. 採收過早或過晚

冷凍(藏)貨載須依航程長短及品種而定出採收時間，以配合船期，而免造成採收後貨載等候裝船或因欲趕船期而倉促採收的情況發生。此尤以裝貨港碼頭無冷藏倉庫之情形最為嚴重。

#### 2. 葉斑病為害

起因於果實各部不能均衡發育，使得天然年齡與生

理年齡發生差異(Age discrepancy between Chronological and Physiological)，致果實可能在葉片尚未完全黃化前即達飽滿並採收之，結果果實飽和度的實際年齡，已較外觀為老，致使早熟的現象發生。

### 3. 採收後未立即冷藏

據專家報告，蔬果於採收後一日，熟化過程即已開始。

### 4. 冷凍機發生故障

一般船上冷凍機之負荷，對排除因蔬果呼吸所產生的熱量，不僅有足夠之能力，且多留有餘裕負荷，故冷凍機偶爾失靈或冷凍能力稍減均不足為患。但若冷凍機停止運轉過久，致貨（櫃）艙內溫度升高，則其後果將難以挽救，一旦果實熟化，將再難以降低艙（櫃）溫及果肉溫度，而使得蔬果加速熟化，此種情形以冷凍貨櫃最為嚴重，蓋因大部分冷凍貨櫃之冷凍能力，僅止於維持貨載之既有溫度狀況，而甚難對未加預冷或溫度過高之貨載產生降溫的作用。

為防止裝船蔬果的早熟或過熟，貨主與運送人應採下列措施：

### 1. 冷藏貨載應配合既定船期適時分區採收，以避免

過熟者。苟有採收時並未過熟，但至裝船時已近更年期者，應於包裝前或由派駐碼頭之檢驗人員予以拒收或退裝為宜。

2. 由生物化學變化得知，冷藏僅可延遲蔬果之熟化過程，並不能使之停止，故蔬果一經初期高溫引起更年期變動，即難控制其冷藏狀況，所以採收後應立即冷藏或裝船。最好的情況乃是於採收經過包裝、預冷等處理後逕送船邊裝船，否則亦應送至冷藏庫貯存並進行裝船前之預冷。

3. 為維持適當之貯存溫度。儘量利用夜間裝船，以減少溫差。以菲律賓輸出香蕉為例，多採夜間裝蕉，而捨棄下午高溫時段之裝船（櫃）作業。

4. 改善碼頭作業方式，以縮短裝船時間，故可及早封艙（櫃）並進行冷卻循環。

### (III) 水漬損 (Wet Damage)

冷凍(藏)貨載運送過程中，因貨艙內冷凍機之蒸發器(Evaporator)盤管會產生冷凝水，正常情況下，此等冷凝水會經由設於貨艙前方甲板上之導槽流向位於貨艙後方兩側之排水溝，再經由管路流至污水槽；如貨艙在裝貨前，未加以徹底清潔，致冷凝水之排水導槽被堵塞，導槽內之

水位當會昇高至某一高度，處此情況下，如冷凍機蒸發器之風扇(Blower)全速運轉，將會造成冷凝水被吹起而飛濺至艙內之貨載上，將造成紙箱包裝濕滯破損，甚至會因此使得艙內濕度過高，而繁殖黴菌。因此，貨艙(貨櫃)排水系統之清掃維護實為防止水漬損之必要步驟。

#### (B) 凋萎皺縮(Shriveling)

當有生命力之植物細胞接觸到四周之水分時，水分會穿過緊附於細胞壁的原生質層而滲入細胞液中，直到液胞內的壓力能阻止水分子進入液胞時才會停止。又水分進入液胞後，可以在液胞內產生相當之壓力，使原生質層像足球之內膽受壓力膨脹一樣，會緊貼在細胞壁上，此一狀態稱為細胞的膨挺，其可以促使植物細胞及組織表現堅挺的狀態。

反之，植物體之柔嫩部分如因失水過多，則會發生凋萎現象，此乃由於植物器官中的細胞失去膨挺而造成皺縮；上述狀態只能在植物細胞之原生質，尚未死亡的時限內發生，而死亡的細胞因膜層會失去其半透性功能，故亦將失去其膨挺功能。

又蔬果在冷藏的情況下，因為在斷絕了(根部)水分供應的同時，仍會繼續地自葉部或表皮將體內的水分蒸發，導致水分的供需不平衡(Unbalanced)，終促使蔬

果及早的枯萎；但對大部分水果而言，不論原因為何，如果實重量減少5%即會引起顯著的枯萎現象，因此只有藉控制溫度及濕度來調整。

又蔬果蒙受皺縮及其程度主要取決於蔬果表面性質而定，一般言之，未成熟的蔬果較成熟果實易遭致皺縮；為防止或減低萎縮的產生，在運送的過程中必需：1.儘快的冷卻至運送或貯藏溫度；2.保持穩定一致之溫度，即使產生偏逸，其時間亦應儘量縮短；3.保持較高之相對濕度；4.採用適當包裝。(如以PE薄膜作為內包裝)以防止水分過度流失。

#### (五) 質量損失(Mass Loss)

此乃屬於物理變化的一種，最主要是由於裝船(櫃)物質所含水分之蒸發所致，此只要比較冷藏前、後蔬果之重量即可得知，且此質量損失隨著冷藏期間之增長而更趨顯著，並依蔬果的種類、包裝及冷藏之方法而有程度上之差異；而此蒸發率則與果實表面之蒸氣壓，及週圍空氣之蒸氣壓間之差異(WVPD, Water Vapour Pressure Deficit)成正比。

至於決定冷凍肉類貯存期限的最重要因素，則是因肉類所含水分蒸發，而造成的表面脫水(Surface Dehydration)現象，而此水分蒸發的程度，則依肉類週遭

空氣的相對濕度及通過肉類表面的通風量而定；一般正常情況下在冷卻降溫之初期，獸體質量之損失可達至一至二·五%，如能保持裝貨空間內的相對濕度於九十九%（近飽和），則不會有任何進一步的質量損失。

在運送過程中無法保持穩定一致的溫度，則會造成更多的損失；目前一般皆採塑膠或油質紙箱，作為肉類之外包裝，以防質量損失，或可使失重減至最低程度。

#### (六) 乳汁污損

乳汁乃是從植物細胞中排出的物質，不同於一般之細胞液(Celso)，為白色或其他顏色；乳汁可從蔬果之傷口或切割部流出體外，並能在接觸空氣後迅速凝結而變色（氧化後多為黑色），因之甚易影響蔬果之外觀與賣象，此即所謂之乳汁污損。故蔬果於採收時，應防止母株上之乳汁沾到果實。

#### (七) 臭味 (odor)

因為幾乎所有蔬果皆會釋出揮發性物質，故而部份有強烈特殊氣味的水果，絕不能與他種蔬果混裝，如榴槤即是。至於貨載受異味影響的程度，乃為貨艙（櫃）內異味濃度，及貨載置於該艙間時間長短之函數。

#### 四、結語

長久以來，冷凍（藏）貨載的損害與責任認定，常是海運公司理賠部門的最痛，而主事者或因專業知識的欠缺，以及證據的蒐集不易，常難發掘貨損真正原因，故而如何防範於未然始是確保公司利益的首務；因此，實有進一步瞭解影響冷凍（藏）貨載運送成敗之各種因素的必要，然由於篇幅有限，只得容後再述。

另一方面，儘管冷凍貨櫃已相當程度的取代了冷凍船的業務，但其基本概念與技術則是相同的，冷凍船的管理作為當可適用在冷凍櫃上；一般在冷凍貨載發生損害後，除了比對原始裝船文件與貨載檢驗單外，最重要的乃是審視貨載卸船狀況、蒐集整個運送過程的溫度記錄與通風記錄，即可看出端倪。

貨載裝船前未經預冷處理，乃至運送過程中的溫度不穩定、濕度失控、通風不良，艙間積水等缺失，皆可能是促使貨損的主因。

（作者：基隆港引水人）