

## 半凍結法應用於鯖魚保鮮之效果

王文政·賴永順

### Effect of Partial Freezing on Preserving Mackerel (*Scomber Australasicus* C&V)

Wen-Cheng Wang and Yun-Shun Lai

In order to improve the quality of inshore fish catches preserved by ice storage, some modified methods were employed for preserving mackerel.

The quality of mackerel was assessed by physical, biochemical and microbial changes and sensory evaluation during storage.

The results showed that the modified ice storage method extended the high quality (K=20%) storage life of mackerel to 5-6 days, in contrast to 3.5 days in traditional ice storage method. The practical storage life was 17 days and 9 days respectively.

#### 前 言

半凍結保鮮係利用較冰藏溫度為低，約 $-1^{\circ}\sim-3^{\circ}\text{C}$ 左右之溫度來保藏漁獲的方法，此法 Tomlinson<sup>(1)</sup>曾利用來保存太平洋鮭，作為罐藏之原料，內山均等亦應用來保存鯉<sup>(2)</sup>，虹鱖<sup>(3)</sup>，作為生魚片的材料，筆者等亦曾利用來保存吳郭魚<sup>(4)</sup>，黃鰹<sup>(5)</sup>等漁獲，獲得良好的效果。

半凍結方法的實施雖可利用冷凍機降低溫度，維持所需之溫度來保存漁獲，唯此方法根據實際的觀察，除非有極精密的感溫系統，否則在半凍結溫度，亦是魚體開始結冰的時刻，感溫棒無法分辨潛熱的變化，會繼續的冷却汲取結冰的潛熱而致魚體凍結，如此近似緩慢凍結的過程，造成筋肉滴出汁大量發生，致使魚肉的物理特性消失，品質反而更差。至於利用如鹽水、海水等為間接冷媒來冷却魚體的方法，則又必須加裝性能良好的攪拌循環設備，保持冷媒液在漁艙內能充分的循環維持均一的溫度，否則在循環不佳或接近冷媒管處，即開始結冰，結冰如在感溫管處發生，則亦造成上述之情形。

另一方面本省的漁船，於近海作業之漁船，體積較小<sup>(6)</sup>，欲實施機械冷却的半凍結保藏法，在機械按裝方面，即有實際上的困難，加上前述的問題存在，故東港區固有按裝冷却設備的小型近海漁船，欲進行半凍結保鮮，在操作技術上，目前仍尚未能突破。

傳統冰藏法係利用碎冰融解時的潛熱來冷却魚體，此法的優點在於經利用來保存的魚體，不會因過度冷却而造成結冰，故其鮮度良好者，可供生食或提供各海鮮店使用，價格較一般家庭使用或加工用魚為高，唯根據調查結果<sup>(7)</sup>，本省近海漁獲屬高鮮度範圍之比例仍然偏低，保鮮作業仍待加強。漁獲保鮮經漁政當局大力的輔導，並提出魚、蝦類保鮮作業規範<sup>(8)</sup>，以供漁民參考，漁獲鮮度已不斷的改善，但如何利用簡易的方法，進一步提高漁獲鮮度，亦是從事漁業的業者所期待，且為改善漁獲價格，提高漁民收益所不容忽視的課題。

本試驗係就一般冰藏法予以改良，利用食鹽作為起寒劑使冰藏溫度降低至半凍結的範圍，建立操作最適的方法及條件，並了解其在保藏過程中漁獲鮮度和筋肉中物理、微生物的變化，以確認其效果。

，提請業者參考。

## 材料與方法

### 一、試驗材料：

(一)原料：本試驗用之魚種為鯖魚 (*Scomber australasicus* C & V)<sup>(9)</sup>，於八斗子沿海所釣獲經 2—3 小時冰藏者，購得後置保溫箱冰藏，及時携回實驗室備用。

(二)藥品：核苷標準物，腺嘌呤核苷-5'-三磷酸 (adenosine-5'-triphosphate)，腺嘌呤-5'-二磷酸 (adenosine-5'-diphosphate)，腺嘌呤核苷-5'-磷酸 (adenosine-5'-monophosphate)，次黃嘌呤核苷-5'-磷酸 (inosine monophosphate)，次黃嘌呤核苷 (inosine)，次黃嘌呤 (hypoxanthine) 等均為美國 Sigma 公司出品，過氯酸 (perchloric acid)，氫氧化鉀 (potassium hydroxide)，磷酸銨 (ammonium phosphate)，氰甲烷 (acetonitril)，三氯醋酸 (trichloro-acetate)，硼酸 (boric acid)，溴甲酚綠 (bromocresol green)，甲基紅 (methyl red)，碳酸鉀 (potassium carbonate)，鹽酸 (hydrochloric acid)，凡士林 (vaseline)，石臘 (paraffin)，硫酸 (sulfuric acid)，硫酸銅 (cupric sulfate)，硫酸鉀 (potassium sulfate)，氫氧化鈉 (sodium hydroxide)，食鹽 (sodium chloride) 等分別購自西德墨克 (Merck) 公司出品之試藥特純級。

### 二、試驗方法：

#### (一)測定方法：

1 pH 值測定：取魚體筋肉 10 公克，以銳利的刀子切成細碎肉漿，加蒸餾水 90 毫升，時時攪拌，取上澄液，以國產 Jenco - Model 671 酸度測定器測定。

2 揮發性塩基態氮 (VBN) 測定：依微量擴散法定量。

3 腺嘌呤三磷酸核苷及其分解物之測定<sup>(11)</sup>：稱取魚體筋肉 2 公克於研鉢中，加入 5% 過氯酸溶液 18 毫升，充分研磨混合，以離心機 3000 rpm 分離 3 分鐘，上澄液以氫氧化鉀溶液中中和至 pH 6.5，定容至 20 毫升，以高性能液體層析儀分析。

4 K 值及 IMP 比値之測定：依上述腺嘌呤核苷三磷酸及其分解物測定之結果，依  $K 值 \% = (Hx + HxR) / (ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx) \times 100$  計算求得。IMP 比値則依  $IMP / (IMP + HxR + Hx) \times 100 \%$  計算求得。

5 水分及保水力<sup>(12)</sup> 測定：依常法之水分，保水力測定法測定，水分值供保水力測定時換算之用。

6 細菌數之測定：依 FDA 之總菌數測定法<sup>(13)</sup> 測定。

7. 官能檢定，請 10 名從事水產加工試驗同仁進行評點，依下表所示分成 7 個等級及給分：

給分	品質狀況	評定
7.	品質良好，鮮度及肉質狀況極佳與活魚近似。	很喜歡
6.	品質好，鮮度及肉質亦佳，可供生食。	喜歡
5.	品質尚可，鮮度及肉質可烹飪出良好料理。	有點喜歡
4.	鮮度及肉質勉強可以接受。	普通
3.	有點腥臭味，不適合供人食用	有點討厭
2.	有明顯腥臭，只適合作為動物飼料。	討厭
1.	完全不能利用之臭魚。	很討厭

(二)試驗項目：

1 以食鹽為起寒劑，其添加於碎冰之最適濃度，為使碎冰降低溫度使其達到半凍結附近之溫度，而且能維持一定的溫度，庶不致使魚體產生凍結之現象影響到其品質。本試驗利用市售碎冰，約 1—1.5 公分厚，重 10—20 公克，添加食鹽量依 3%，7%，測定其溫度之變化，添加食鹽之碎冰保存於置於 6 公分直徑，高 12 公分之鐵罐，同時置保溫箱中測定其溫度之變化。另亦製成同樣鹽度之碎冰，測定其融解之溫度，以比較此二方法之異同，依其溫度變化之穩定性及冰塊之安定性作為進一步試驗之根據。

2 保鮮試驗：利用前述之績，依前項試驗之最佳條件，進行貯存試驗，測定品質項目分為物理性質之變化，包括保水力，官能檢定。化學變化，包括揮發性鹽基態氮，pH 值，腺嘌呤三磷酸核苷及其分解物。微生物變化，測定總菌數等，以比較其與一般碎冰貯存之漁獲品質。

結果與討論

一、以食鹽為起寒劑，添加於碎冰之最適濃度：以 3%，7% 食鹽水所製成之鹽水冰，在解凍時，其溫度之變化如圖 1 所示。由圖顯示，3%，7% 的食鹽水，在 -22°C 左右，分別有 0.5—1.5 小時

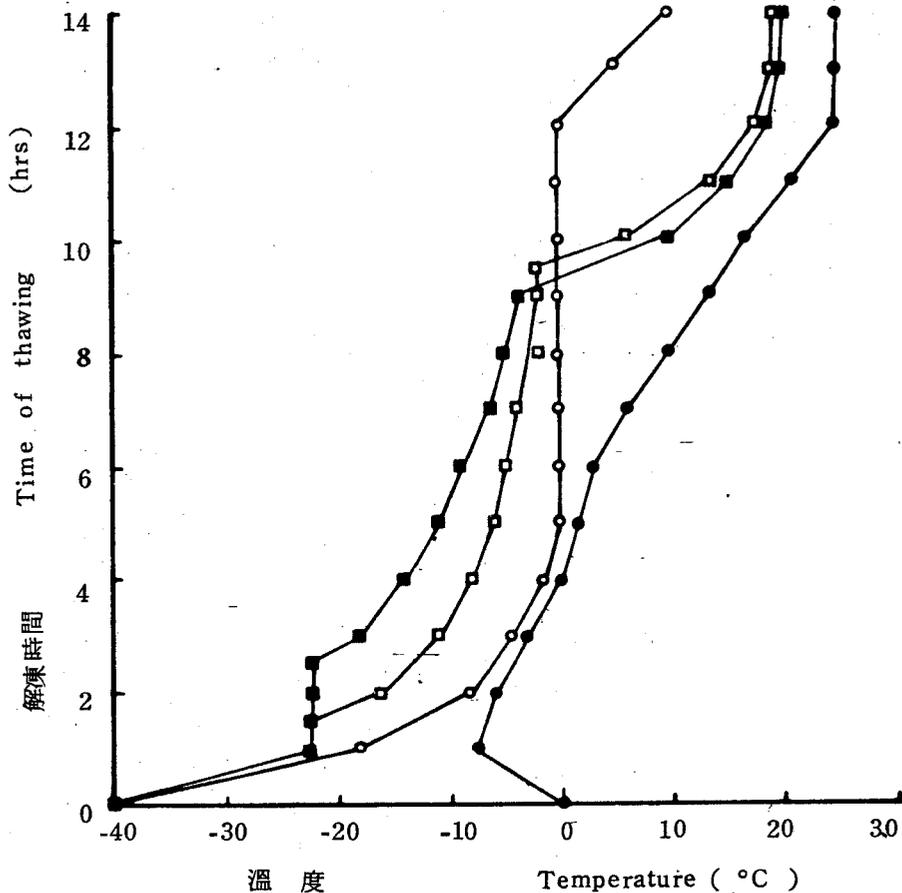


圖 1 鹽水冰及淡水冰在解凍時溫度之變化

Fig. 1 Changes in temperature during thawing of brine ice and ice stored in a can, 12 cm in height and 6 cm in diameter.

- 淡水冰 ice.
- 3% 鹽水冰 3% brine ice.
- 7% 鹽水冰 7% brine ice
- 解凍用容器 reservoir for thawing.

的恒溫變化，其後隨時間之改變，溫度即隨之上升，至  $-3^{\circ}\text{C} - -5^{\circ}\text{C}$  即完全融解為鹽水，此種趨勢與一般之淡水冰在  $0^{\circ}\text{C}$  時有長期間的融解時間足以藉其融解的潛熱來吸收外在之熱量，以達降低溫度之特點大不相同，另外，在同一容器內其狀態之改變甚快，如此如欲藉其來做為鮮度保持則勢必經常添加碎冰，在使用上殊不方便。至於碎冰添加 3%，7% 食鹽其溫度之變化如圖 2 所示，由圖中可看出，碎冰添加食鹽如達 7%，碎冰即會迅速的融化，其雖可急速吸取外圍的熱量，但無融解時潛熱的改變。碎冰添加 3% 食鹽；初期溫度降至  $-8^{\circ}\text{C}$  左右，約經過 1 - 2 小時，即維持在  $-3^{\circ} - -4^{\circ}\text{C}$  之間，其恒溫融解的時間約在 4 - 5 小時，其後隨碎冰之融解完畢，溫度再行上升，此種現象與碎冰在融解過程時可以維持  $0^{\circ}\text{C}$  之恒溫融解約 8 小時之傾向頗為近似。尤以 3% 之添加方法初期溫度較低，對保鮮物溫度的下降速度較有助益，故利用食鹽為起寒劑來降低碎冰溫度，以提高保鮮效果，以碎冰添加食鹽方法，較之鹽水冰，在處理上不僅較為便利，對降低保鮮物之溫度及維持效果較為良好，其食鹽之添加量以 3% 為宜。

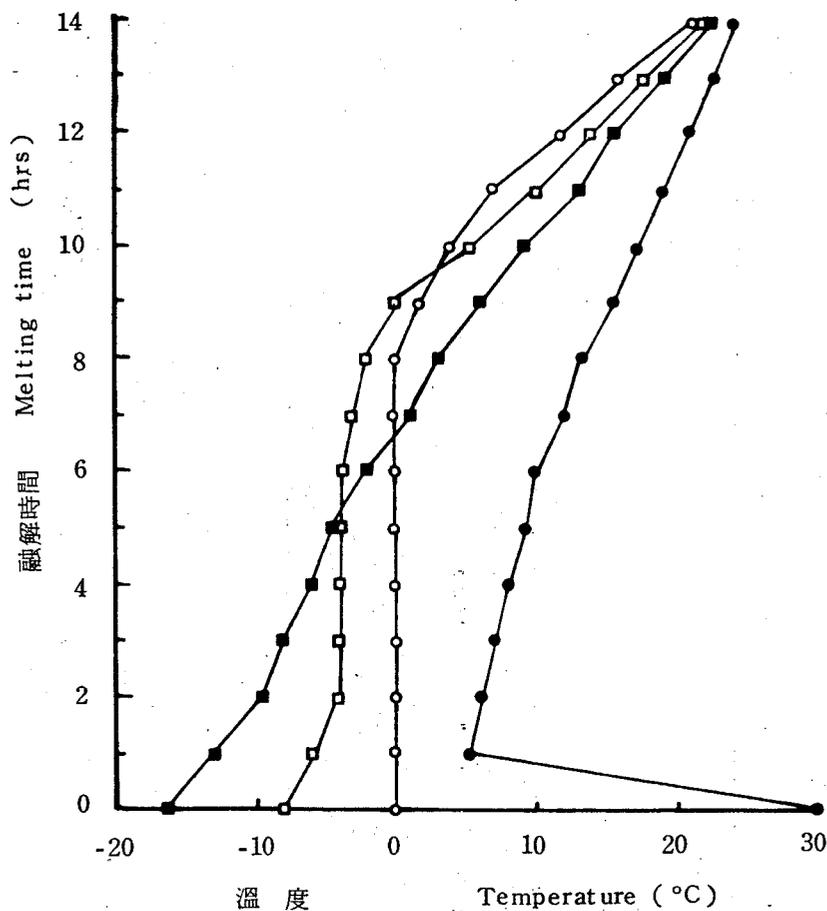


圖 2 碎冰混合食鹽在融解時溫度之變化

Fig. 2 Changes in temperature during melting of ice mixed with salt in a can, 12 cm in height and 6 cm in diameter.

- 碎冰 ice mixed with 0% salt.
- 碎冰混合 3% 食鹽 ice mixed with 3% salt.
- 碎冰混合 7% 食鹽 ice mixed with 7% salt.
- 容器內空氣 air in the reservoir.

### 三 保鮮效果試驗：

依據前述之結果本試驗採用碎冰添加食鹽以降低碎冰溫度，觀測其對鯖魚保鮮之效果，試驗結果依物理、化學成分及微生物之變化，比較說明如下：

1 物理性質之比較：物理性質經測定保水力，並進行官能評定。官能評定結果如圖 3 所示，以碎冰添加 3% 食鹽來保藏鯖魚，經 2 週左右仍為可接受的範圍，而以碎冰保藏者在 1 週左右即已變壞而不受歡迎，在初期利用碎冰加 3% 食鹽保存之鯖魚，在第 1-3 天尚屬高鮮度範圍，而碎冰保存者鮮

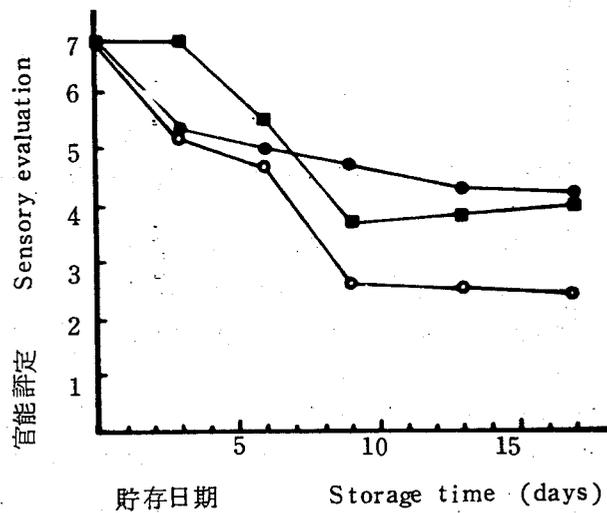


圖 3 鯖魚冰藏期間官能評定

Fig. 3 The sensory evaluation on mackerel during ice storage.

- 冰藏 store in ice.
- 碎冰加 3% 食鹽 store in ice adding 3% NaCl.
- 碎冰加 7% 食鹽 store in ice adding 7% NaCl.

度已有明顯的降低，前者有較佳之保鮮能力。保水力之比較如圖 4 所示，碎冰保存者由生鮮原料之 2.09 g/gdm 隨保存時間之改變而升降，範圍在 1.74 - 2.09 g/gdm 之間，碎冰添加 3% 食鹽之保水力，有較佳之保水力最高者達到 2.24 g/gdm，及鮮度較差時，有下降之趨勢，碎冰添加 7% 食鹽保存者其保水力之變化在 1.84 - 2.12 g/gdm 之間，唯其在末期之保水力反呈上升之趨勢。此點和一般碎冰保存者隨鮮度下降而降低保水力之趨勢不同，應是鹽份滲透量增加，已改變魚肉本身固有之性質所致。由是項試驗不論是碎冰保存或再添加食鹽在此範圍內，保水力的改變，顯示并未發生凍結變性而產生大量之流出汁 (drip)，在食感上即可察覺其係未經凍結變性的漁獲，唯以 7% 用鹽量較 3% 為高，而其物理性質間并未有顯著的差異。

2 化學成分變化之比較：化學成分之變化經測定酸度，揮發性塩基態氮、三氯化醋酸可溶性氮及腺嘌呤核苷及其分解物，灰分等。

酸度之變化如圖 5 所示，原料之酸度為 pH 6.31，隨貯存日期之延長先行下降後再上升，碎冰貯存者最高之 pH 值約 6.56，腐敗時 pH 為 6.09。添加 3% 食鹽冰藏者，上升至 pH 6.32 後即行下降，至貯存第 17 天時之 pH 值為 5.99，添加 7% 食鹽冰藏者，於第 13 天達 6.09 後再行下降，第 17 天時為 5.94。一般漁獲貯存期間 pH 多先下降後上升而至腐敗，冰藏漁獲因隨水塊融解，而致腐敗分解物隨水而流失，故其 pH 雖亦會升高，然末期之 pH 值還會略呈下降之趨勢。

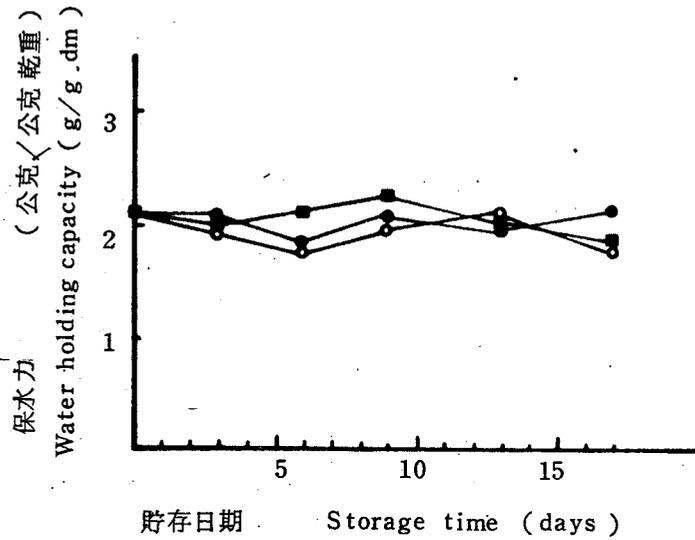


圖 4 鯖魚在水藏期間肌肉保水力之變化

Fig. 4 Changes in water holding capacity of mackerel muscle during ice storage.

- store in ice.
- store in ice adding 3% NaCl.
- store in ice adding 7% NaCl.

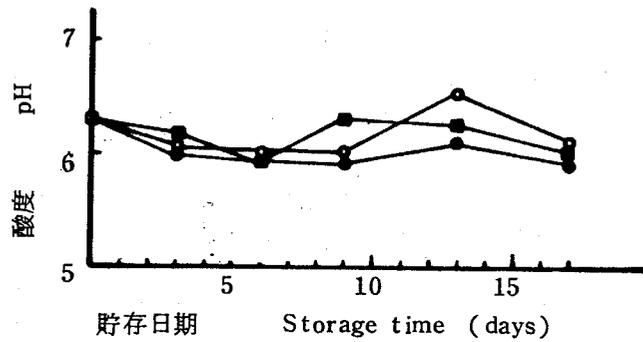


圖 5 鯖魚在水藏期間肌肉酸度之變化

Fig. 5 Changes in pH of mackerel muscle during ice storage.

- store in ice.
- store in ice adding 3% NaCl.
- store in ice adding 7% NaCl.

揮發性鹽基態氮之變化如圖 6 所示，原料之揮發性鹽基態氮為 6.8 mg %，碎冰貯存之鯖魚約經 1 週即超過 20 mg% 之國家標準，在第 9 天達到 28.28 mg %，其後隨貯存日期之延長反呈下降之趨勢，第 14 天時僅有 23.8 mg %。碎冰添加 3 % 食鹽及 7 % 食鹽者，初期揮發性鹽基態氮之形成量極為近似，添加 3 % 者於第 14 天達到 20.58 mg % 後再行降低，添加 7 % 者於第 9 天達到 20.72 mg % 後降低。由是項結果觀察，添加 3 % 或 7 % 食鹽冰藏者，其保鮮的效果均較單用碎冰保鮮者為佳，

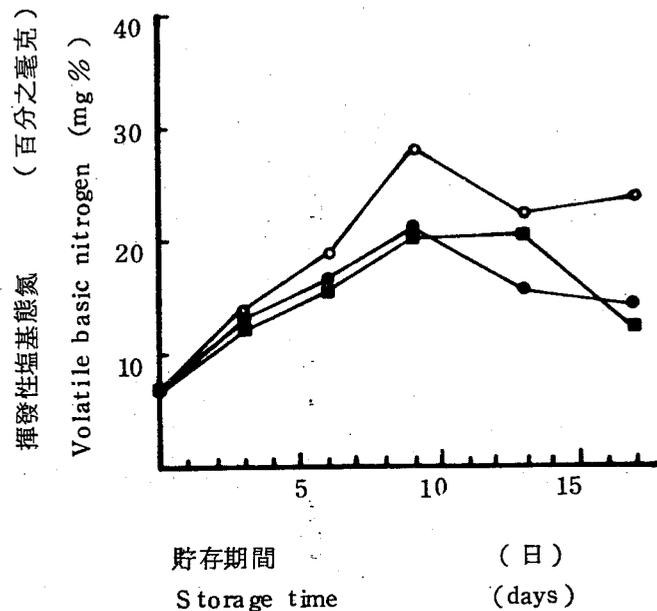


圖 6 鯖魚在水藏期間肌肉中揮發性鹼基態氮之變化

Fig. 6 Changes in volatile basic nitrogen (VB-N) of the mackerel muscle during storage.

- 貯存於碎冰 store in ice.
- 貯存於碎冰加3%食鹽 store in ice adding 3% NaCl.
- 貯存於碎冰加7%食鹽 store in ice adding 7% NaCl.

以國家標準 30 mg% 來比較，鯖魚在碎冰保存，或添加食鹽保存者均未超過，然其中可能為在保存期間融化之冰水，將分解之揮發性鹼基氮流失所致。另碎冰添加 3% 或 7% 保存者，其揮發性鹼基氮形成相當近似顯示二者之保鮮效果未有顯著之差異。

三氯化醋酸可溶性氮之變化如圖 7 所示，原料之含量約 3.85 mg/g，由圖中可看出在貯存過程中，均會逐漸下降，碎冰貯存之三氯化醋酸可溶性氮較添加 3% 或 7% 食鹽碎冰保存者為高。至於 3% 或 7% 添加食鹽冰藏，兩者之間相當接近。三氯化醋酸可溶性氮在漁獲貯存期間通常隨鮮度之下降而上升，然冰藏保存者反而呈下降之趨勢，而添加食鹽冰藏者下降之情況較碎冰保存者為快速，此可能為食鹽有促進此等分解物流失之功能。

三磷酸腺嘌呤核苷之變化如圖 8 A-C 所示，原料之 ATP、ADP、AMP、IMP、HxR、Hx 之含量分別為微量，0.3，0.1，3.95，0.35  $\mu\text{M/g}$ ，微量，貯存過程中 AMP 亦很快的消失，ADP 則保持在 0.05 - 0.15  $\mu\text{M/g}$  左右，IMP 碎冰保存於第 2 天增到最高量約為 4.42  $\mu\text{M/g}$ ，其後隨貯存的日期延長而降低，HxR 及 Hx 之含量隨鮮度之下降而升高，碎冰添加 3% 食鹽保存者，ADP 隨貯存日期之延長而降於一定量 0.05 - 0.15  $\mu\text{M/g}$ ，IMP 於第二天達最高量 5.65  $\mu\text{M/g}$  後再行下降，HxR 及 Hx 隨鮮度下降而升高，至 17 天時分別為 2.40 及 0.25  $\mu\text{M/g}$ 。碎冰添加 7% 食鹽保存者其變化趨勢與前述二者相似，ADP 約維持在 0.03 - 0.13  $\mu\text{M/g}$  之間，IMP 蓄積之最高量為 5.35  $\mu\text{M/g}$ ，HxR、Hx 於第 17 天時分別為 2.11 及 0.17  $\mu\text{M/g}$ 。由本測定結果顯示利用碎冰添加食鹽保存者，其 Hx 及 HxR 之蓄積量較低，如以 Hx + HxR 之和與全部三磷酸腺嘌呤核苷及其分解物比，即所謂之 K 值予以比較，結果如圖 9 所示，由圖上顯示，碎冰添加食鹽保存之鯖魚，在鮮度

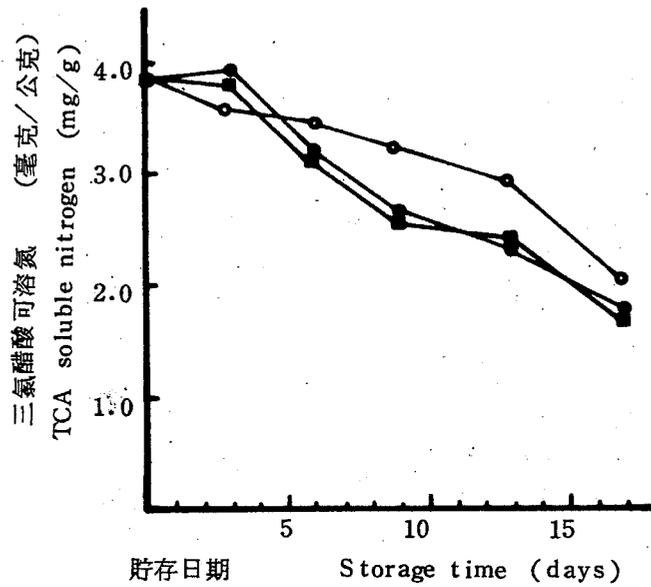


圖 7 鯖魚在水藏期間肌肉中三氯醋酸可溶氮之變化  
 Fig. 7 Change in trichloroacetic acid (TCA) soluble nitrogen of mackerel muscle during ice storage.

—○— store in ice.  
 —■— store in ice adding 3% NaCl.  
 —●— store in ice adding 7% NaCl.

上較碎冰保存者要好，就以 20% 為生食魚類之標準，碎冰貯存者僅可維持 3.5 天，而以添加食鹽碎冰保存者，則可維持 5 - 6 天。至於 3% 或 7% 之間，K 值變化之差異不大，顯示其效果未再隨添加食鹽的濃度增加而有所改變。IMP 比值以 IMP 與 IMP + HxR + Hx 之除值表示，此三種方法之結果如圖 10 所示，由圖中可見到添加食鹽之碎冰保存者，效果較未添加者為佳，而 3% 和 7% 二者比較，初期之差值不大，而末期以後者之值為高。水藏過程中灰分之變化如圖 11 所示，由圖中可知碎冰保存者，在水藏過程中肌肉中灰分會稍微流失，原料之灰分為 1.60%，而貯存一週後之灰分為 1.39%，在第 17 天時灰分為 0.70%，貯有於添加 3% 食鹽水藏之鯖魚肌肉中之灰分稍有升高，最高達 2.16% 後即維持在 2.08 - 2.09% 之間，第 17 天時為 1.53%，如與碎冰保存者比較約增加了 0.83%，增加之成分主要為食鹽份。貯存於 7% 食鹽冰者，灰分第 14 天達最高值為 3.08%，第 17 天為 2.28%，與碎冰比較灰分增加了 1.58%，如是食鹽在碎冰中之添加量亦不宜太多，否則在水藏過程中近似浸鹽作業，對品質會有所影響。

3 微生物之變化：微生物之變化如圖 12 所示，原料之體表細菌數為  $5.1 \times 10^4 / \text{cm}^2$ ，水藏時細菌數於第 3 天測定時降至  $1.5 \times 10^3$ ，其後再行增加。碎冰添加 3% 食鹽者體表細菌數與碎冰保存者傾向相同，唯其數量略低。至於 7% 食鹽保存者細菌之成長較前二者有顯著較低的傾向，此點除 7% 食鹽可降低溫度外，食鹽濃度對細菌的抑制作用亦較 3% 食鹽水藏者有較明顯的功效。

綜合上述試驗的結果，碎冰添加食鹽對鯖魚保鮮之效果較單獨使用碎冰者為佳，而 3% 或 7% 添加食鹽於碎冰以保存鯖魚，就細菌之成長及 HxR 及 Hx 形成量比較，以後者有較佳之結果，但因 7% 食鹽添加保存者鯖魚肉中鹽份之滲透量較 3% 者增加相當的多，而且食鹽量太多碎冰融解速度過快，潛熱變化不明顯，在漁船上作業時勢必經常補充碎冰，操作上不甚方便，況且 3%，7% 食鹽水保存

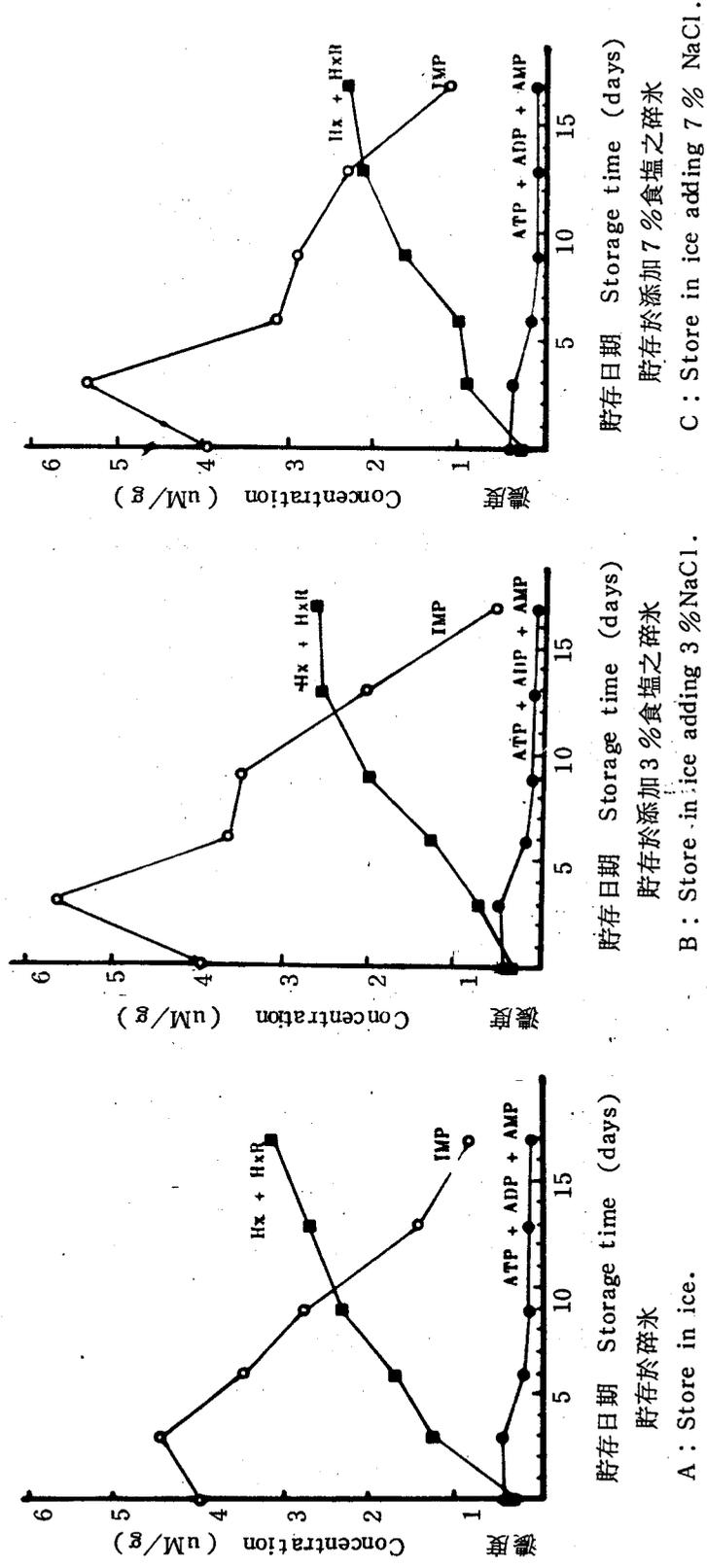


圖 8 A-C 鯖魚肌肉中三磷酸腺嘌呤核苷及分解物於冰藏時之變化  
 A : Store in ice. 貯存於碎冰  
 B : Store in ice adding 3% NaCl. 貯存於添加 3% 食鹽之碎冰  
 C : Store in ice adding 7% NaCl. 貯存於添加 7% 食鹽之碎冰

Fig. 8 A-C Changes in adenosine 5'-triphosphate and its breakdowns of mackerel muscle during ice storage.

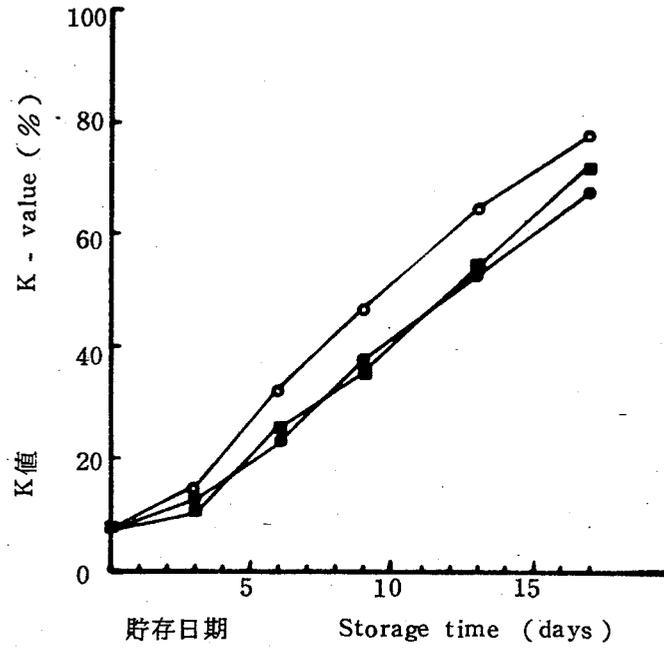


圖 9 鯖魚在水藏時，肌肉中K值之變化

Fig. 9 Changes in K-value of mackerel muscle during ice storage.

- store in ice.
- store in ice adding 3% NaCl.
- store in ice adding 7% NaCl.

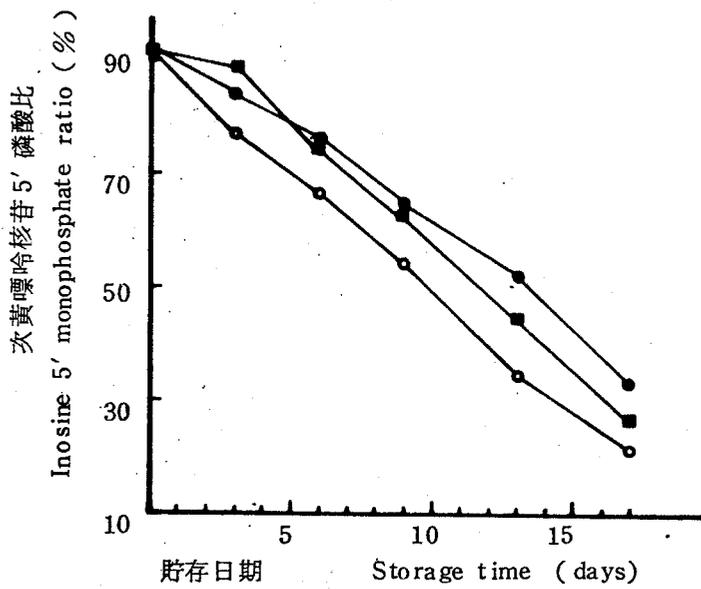


圖 10 鯖魚水藏期間肌肉中次黃嘌呤核苷5'磷酸比之變化

Fig. 10 Changes in inosine 5'-monophosphate ratio of mackerel muscle during ice storage.

- store in ice.
- store in ice adding 3% NaCl.
- store in ice adding 7% NaCl.

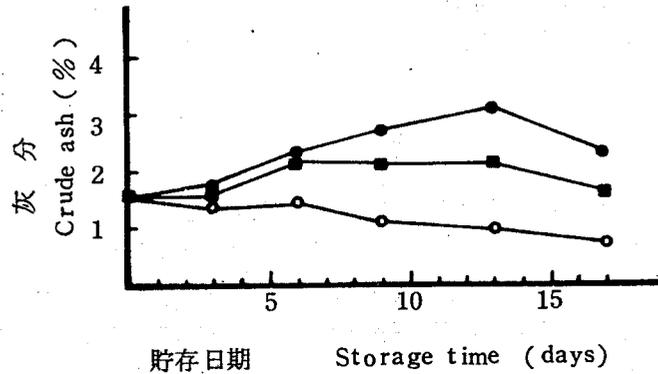


圖 11 鯖魚在水藏期間肌肉中灰分之變化

Fig. 11 Changes in crude ash of mackerel muscle during ice storage.

○—○ store in ice.  
 ■—■ store in ice adding 3% NaCl.  
 ●—● store in ice adding 7% NaCl.

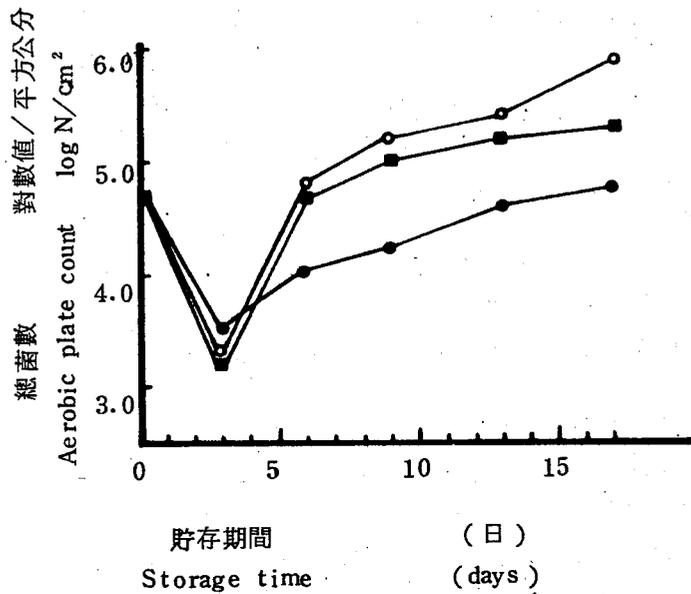


圖 12 鯖魚體表細菌數在水藏期間之變化

Fig. 12 Changes in aerobic plate count on skin of mackerel during ice storage.

○—○ 碎冰 store in ice.  
 ■—■ 碎冰添加 3% 食鹽 store in ice adding 3% NaCl.  
 ●—● 碎冰添加 7% 食鹽 store in ice adding 7% NaCl.

者，其官能評定，K 值，三氯化醋酸可溶性氮等鮮度指標之差異不大，顯示其間之保鮮效果相當的接近，故使用食鹽為起冷劑來提高保鮮效果，其濃度在 3% 左右即有相當良好的效果。

由上述各物理性質，化學成份之變化，微生物之變化比較，利用冰藏的鯖魚，在第 9 天即未克食

用，反觀利用添加3%食鹽之冰藏法其貯存期限可達17天之久。就其高鮮度，K值達20%以上，後者亦可延長1.5—2天左右。顯示利用簡易的添加食鹽，在適當的濃度下，對漁獲鮮度之改進，可達良好之效果。

### 摘 要

本試驗以改良之碎冰添加食鹽降低魚體溫度來進行半凍結保鮮試驗，鯖魚利用此方法貯存時，保鮮效果單獨使用碎冰保存者為佳。K值超過20%，碎冰約3.5天，而使用3%或7%食鹽於碎冰保存者可以超過5—6天。食鹽添加之濃度經比較K值，揮發性鹽基氮，三氯化醋酸可溶性氮，3%與7%無甚大之差異，7%者細菌數較3%者生長較慢，然而食鹽滲透量較高，而致官能評定差異不大，另冰融解速度過快，故以改良冰藏方法實施保鮮時，食鹽之添加量仍以3%為宜。

### 參考文獻

1. N. TOMLINSON, S. E. GEIGER, W. W. KAY, J. UTHE and S. W. ROACH (1965). partial Freezing as a Means of Preserving Pacific Salmon Intended for canning. *J. Fish. Res. Board Can.*, **22** (4), 955-968.
2. H. UCHIYAMA, S. EHIRA and T. UCHIYAMA (1978). Partial Freezing as a Means of Keeping Freshness of Cultured Carp. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, **94**, 105—118.
3. H. UCHIYAMA, S. EHIRA, T. UCHIYAMA and H. MASUZAWA (1978). Partial Freezing as a Means of Keeping Freshness of Cultured Rainbow Trout. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, **95**, 1—14.
4. 賴永順、王文政、江平平(1979). 冷凍吳郭魚加工試驗。水產試驗所報告，**31**，369—375.
5. 賴永順、王文政、江平平(1980). 台灣近海鮪魚保鮮試驗。水產試驗所報告，**32**，405—420.
6. 漁業局(1982). 中華民國台灣地區漁船統計年報
7. 王文政、張士軒、劉世芬、陳茂松(1981). 台灣地區近海漁獲鮮度調查(I)。水產試驗所報告，**33**，365—376.
8. 漁業局(1982). 魚、蝦類保鮮作業規範。
9. 張崑雄、李信徹(1971). 台灣產鯖亞科魚類之初步檢討。中國水產，**221**，13.
10. 中國國家標準(1976). 冷凍鮮魚類檢驗法。CNS 1451, (6029), 2—3.
11. 王文政。利用高性能液層分析儀分析魚肉中腺嘌呤三磷酸及其分解物之可行性。(發表付印中)
12. 岡村一弘、松田敏生、橫山理雄(1958). 日水誌，**24**，826—832.
13. F. D. A (1976). Bacteriological Analytical Manual, IV. 1—V. 5.