

紅蝦冷藏時溫度和鹽度最適條件之探討

張士軒·劉世芬

Effects of Temperature and Salinity on Freshness of *Solenocera prominentis* during Chilled Storage

Shyh-Shiuan Chang and Shyh-Fen Liu

Shrimp is one of the most important catch in Taiwan. The method usually used for keeping the freshness of shrimp on board during short-term storage is icing. Sodium borate, which can prevent the blackening and prolong the shelf-life of shrimp, has been banned many years ago. Sodium bisulfite is not an effective preservative even though it can prevent the blackening of shrimp. There is, therefore, very necessary to find out a method without any preservative to keep the freshness of shrimp.

Several conditions of temperature and salinity are used to search for the best one for keeping the freshness of *S. prominentis* during chilled storage. The values of pH, K, L, and ΔE may be used as indices for estimating the freshness of the shrimp. When the storage temperature is reduced from 5°C to 0°C, the quality of the shrimp can be highly elevated. There is not necessary to pack the shrimp with polyethylene bag during storage. The optimal condition for *S. prominentis* during 7-day storage period is 3‰ of salinity and 0°C of temperature.

前 言

蝦類在我國的漁業經濟上佔有極重要的地位，為遠洋及近海拖網漁業的主要漁獲物，約在 30%⁽⁵⁾。民國 70 年時，我國蝦類漁獲量達七萬三千公噸，佔該年總漁獲量的 8% 左右⁽¹⁾。蝦類除一部份供內銷外，大部份都以冷凍狀態外銷。蝦類加工品品質的好壞，主要受生鮮原料蝦品質的影響⁽⁸⁾。一般近海漁船的蝦類保鮮方式，概以碎冰為之，但在冰藏期間容易發生褪色、黑變及產生腐敗臭等現象⁽⁷⁾。硼砂雖能有效防止黑變及腐敗的效果，但因對人體有害，已由政府明令禁用。亞硫酸氫鈉雖能防止蝦類黑變，但保鮮（防腐）效果殆無⁽²⁾，且漁民概以撒佈式進行，致其用量難以正確控制，蝦類中殘留的二氧化硫含量往往都超過 100 ppm 之限量⁽⁸⁾。故極需尋找不必添加任何防腐劑或保鮮劑的方法，達到短期貯藏而能有效防止黑變並保持蝦類鮮度的目的。

促使蝦類在冰藏期間發生褪色、黑變及腐敗臭等鮮度降低的因素，主要是受到蝦體內酵素及微生物的作用所致⁽³⁾⁽⁶⁾。氯及食鹽早已被證實具有抑制微生物繁殖的效果，而溫度對微生物相、繁殖速率及酵素活性亦有很大的影響⁽³⁾，故以海水保持蝦類鮮度時，溫度和鹽度乃成為極重要的兩個影

響因素。使用冷却海水或再打入二氧化碳於冷却海水中以保持魚類鮮度的方法，在國外已有許多這方面的研究^(2, 4, 7)。台灣省政府農林廳漁業局從民國 69 年起，即陸續補助小型近海漁船裝設預冷槽及海水冷却機，以冷却海水取代傳統的碎冰達到保持漁獲物鮮度之效果。筆者等⁽⁴⁾曾經調查漁民使用海水冷却機之反應，發現許多有待改進之處，適用魚類亦因魚種而異，故溫度和鹽度應依魚種作適當的調整。

本研究主要在於尋找紅蝦使用冷却海水保鮮時之最適溫度和鹽度，以防止黑變、褪色及腐敗臭，達到延長其冷藏壽命及保持良好鮮度之目的。

材料與方法

一、原料蝦及其處理方式

原料蝦為紅蝦 (red shrimp, *Solenocera prominentis*)，俗稱大頭紅蝦，直接採自宜蘭大溪當天捕獲冰藏的鮮蝦，每公斤約 100~200 尾，置入保溫箱中並加碎冰保冷，在 1 小時內携回實驗室，立刻以兩種方式加以處理。

第一種處理方式係將原料蝦分別置於 0°C 碎冰 (freshwater ice, FWI)，5°C 淡水 (freshwater, FW) 及 5°C 3% 鹽水 (saltwater, SW) 中貯藏 7 天，於第 0、1、3、5、7 天分別測定其鮮度。

第二種處理方式乃將原料蝦分別置於加聚乙烯塑膠袋 (polyethylene plastic bag) 包裝後放在 0°C 空氣中、0°C 碎冰中、0°C 3% 鹽水中、加聚乙烯塑膠袋包裝後放在 -3°C 7% 鹽水中以及 -3°C 7% 鹽水中，同樣貯藏 7 天，於第 0、1、3、5、7 天分別測定其鮮度。

二、鮮度測定項目及方法

(一) pH 值：取蝦肉 10g，加 90 ml 蒸餾水，均質後以 JENCO 671 型 pH Meter 測定之。

(二) K 值：依小林和內山⁽⁹⁾的簡易測定法為之。

(三) 肉汁顏色：取 pH 值測定後的均質液，以 4,000 rpm 離心 5 分鐘，再以東洋 No. 5 A 濾紙過濾。取濾液 5 ml，以色差儀 (Tokyo Denshoku Model TC-1500 MC Color and Color Difference Meter) 測定其顏色值，如亮度 L 值 (lightness)、紅度 a 值 (redness)、黃度 b 值 (yellowness)、彩度 $\sqrt{a^2 + b^2}$ 以及色差 ΔE 值 (color difference)。每次測定時，均以白板為標準品作比較。

(四) 官能檢查：依陳⁽⁶⁾所述美國食品藥物管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 的方法檢查，依體表顏色、黑變程度及臭味等將其鮮度分成三級。

結果與討論

一、各種溫度、鹽度及包裝與否條件下鮮度之變化

將新鮮的紅蝦貯存於 0°C 碎冰 (FWI)、5°C 淡水 (FW) 及 5°C 3% 鹽水 (SW) 中 7 天，圖 1 為貯藏期間蝦肉 pH 值之變化情形。各組在冷藏期間，pH 值均隨時間增加而上升。Ogawa 等⁽⁹⁾認為蝦肉值在 7.0~7.2 為可接受的良好鮮度，7.5 左右為初期腐敗階段，超過 7.95 時則進入腐敗階段。由圖 1 可知：貯藏到第 5 天時，3% SW 組最高 (7.83)，但第 7 天時則以 0°C FWI 組最高 (7.99)，如以 Ogawa 等的標準判斷時，三組之貯藏壽命都在 3 天以內，但事實上不然 (詳如後述)。圖 2 表示 K 值之變化情形，蝦肉 K 值亦隨時間而增加，0°C FWI 組及 5°C FW 組從第 0 天的 7.69% 上升至第 7 天的 30.23% 及 35.37%，但 5°C 3% SW 組在第 5 天時便急速上升至 50.23%，第 7 天時更高達 85.05%。內山⁽⁹⁾經 5 年的研究認為即殺魚的 K 值為 5% 以下，生食用魚為 20% 以下，可烹調食用魚為 30~60%，而腐敗魚為 60

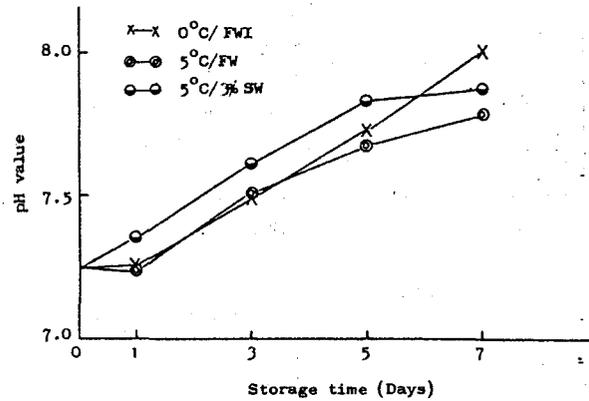


圖 1 紅蝦在碎冰、淡水和鹽水中冷藏時酸鹼度的變化

Fig. 1 Changes in pH value of *Solencera prominentis* during storage in freshwater ice (FWI) at 0°C and in freshwater (FW) and 3% salt water (SW) at 5°C for 7 days

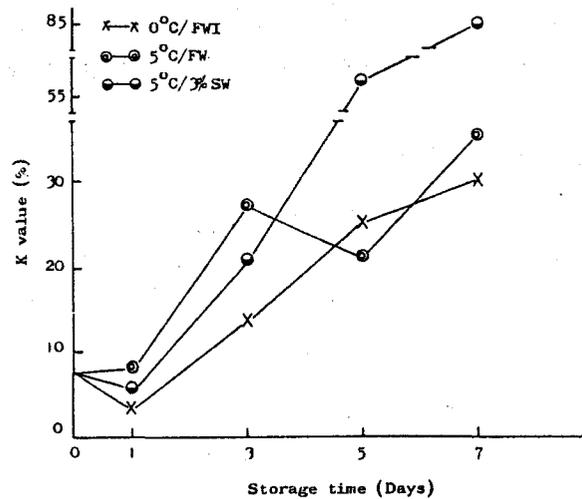


圖 2 紅蝦在碎冰、淡水和鹽水中冷藏時K值的變化

Fig. 2 Changes in K value of *Solencera prominentis* during storage in freshwater ice (FWI) at 0°C and in freshwater (FW) and 3% salt water (SW) at 5°C for 7 days

%以上，如以K值判定貯藏壽命，則0°C FWI組及5°C FW組在第7天時仍可食用，但5°C 3% SW組在第5天以後則不堪食用。圖3為肉汁顏色之變化情形： ΔE 值以0°C FWI組為最高，L值均逐漸下降而以0°C FWI組為最低。此外，三組的a值、b值、 a/b 值（色調）及彩度 $\sqrt{a^2 + b^2}$ 均隨貯藏時間而上升。由官能檢查結果得知，5°C 3% SW組在第7天時體表有甚多的黑斑且有腐敗臭，故目前一般漁船如以冷卻海水保持紅蝦鮮度時，不宜貯藏在5°C，似可用碎冰或5°C的淡水取代。雖然如此，但5°C 3% SW組的肉汁顏色却最佳，而0°C FWI組則最差。

圖4和圖5為將紅蝦貯於0°C FW、0°C 3% SW、-3°C 7% SW以及加PE塑膠袋包裝

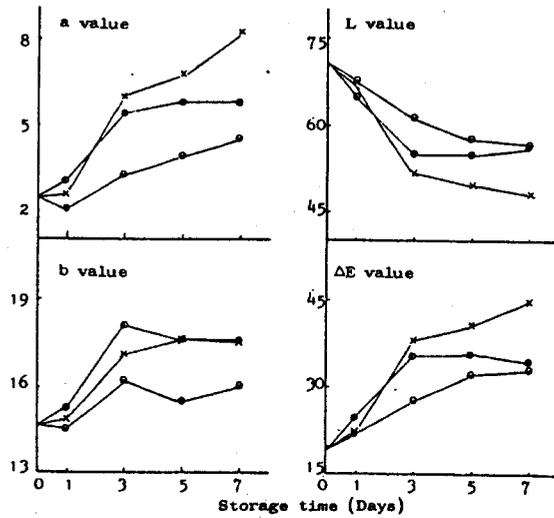


圖 3 紅蝦在碎冰、淡水和鹽水中冷藏時顏色和色差

Fig. 3 Changes in color and color difference of *Solencera prominentis* during storage in freshwater ice (FWI) at 0°C and in freshwater (FW) and 3% salt water (SW) at 5°C for 7 days
 x - x 0°C/FWI ⊙ - ⊙ 5°C/FW ● - ● 5°C/3% SW

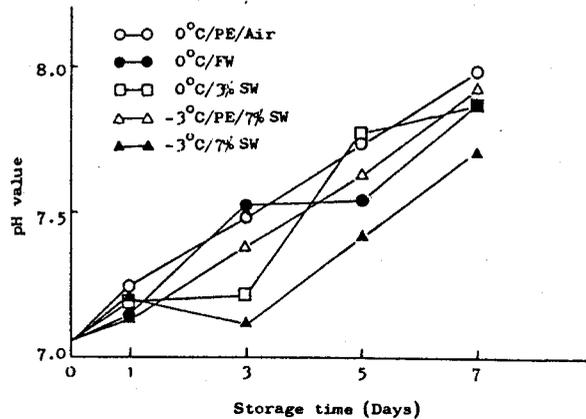


圖 4 紅蝦在不同溫度和鹽度以及包裝與否冷藏時酸鹼度的變化

Fig. 4 Changes in pH value of *Solencera prominentis* during chilled storage (PE: polyethylene; FW: freshwater; SW: salt water)

(簡稱有包裝者)分別置於0°C空氣和-3°C 7% SW中冷藏7天時 pH 值和K 值之變化情形：pH 值和K 值都有逐漸上升的趨勢，在第7天時0°C 空氣中者 pH 值高達7.99，已進入腐敗階段。在第7天時，0°C FW組之K 值最低(22.04%)，而0°C 3% SW組和-3°C 7% SW 組分別為31.16%和28.69%，此外，有包裝而貯於0°C 空氣和-3°C 7% SW 兩組分別為36.26%和28.69%，按照內山⁰⁰的分類標準，三組均在可食範圍內。與圖2比較，當溫度降低時在相同貯藏期間內，K 值都顯著的降低，其中以3% SW 組之保鮮效果最為顯著。圖6表示肉汁顏色之變化情形：ΔE 值在貯藏期間呈下降之趨勢，但其他兩組則呈上升之傾向，最顯著者為有包裝而貯於0°C 空氣中者。L 值以0°C 3% SW 值及-3°C 7% SW 組均呈漸增之傾向，但有包裝貯於0°C 空氣中者則有明顯的下降，顯示其肉色較暗。從ΔE 值及L 值可知：0°C 3% SW 和-3°C

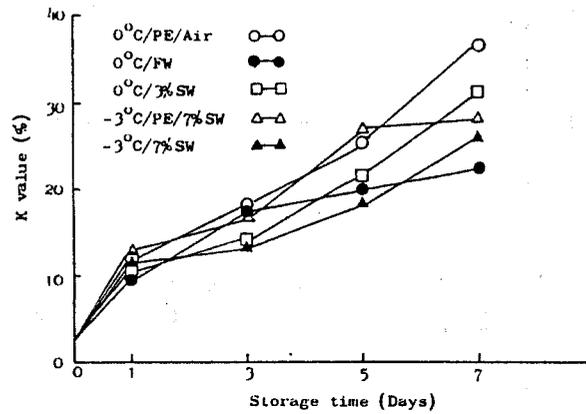


圖 5 紅蝦在不同溫度和鹽度以及包裝與否冷藏時K值的變化
 Fig. 5 Changes in K value of *Solencera prominentis* during chilled storage (PE: polyethylene; FW: freshwater; SW: salt water)

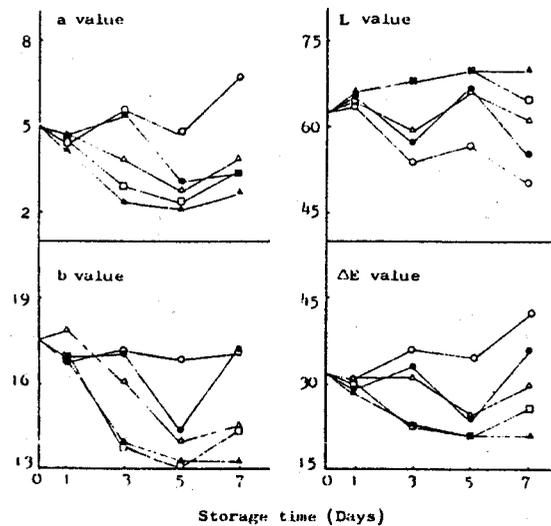


圖 6 紅蝦在不同溫度和鹽度以及包裝與否冷藏時顏色和色差的變化
 Fig. 6 Changes in color and color difference of *Solencera prominentis* during chilled storage (PE: polyethylene; FW: freshwater; SW: salt water)
 ▲—▲— 3°C/7% SW □—□— 0°C/3% SW
 ○—○— 0°C/PE/Air △—△— 3°C/PE/7% SW ●—●— 0°C/FW

7% SW 兩組之顏色保持效果為最佳。
 不同溫度相同而鹽度不同時保鮮效果之比較

表 1 為在 5°C 貯藏時之鮮度變化情形。在相同貯藏期間 3% SW 組之 pH 值和 K 值均較 FW 組為高，官能檢查顯示 3% SW 組在第 5 天時已達第 3 級，已嚴重黑變並具腐敗臭，不能被接受，但 FW 組仍屬第 1 級。此一現象，可能係因低溫好鹽性細菌之大量繁殖以及酵素作用所致。目前使用冷却海水保持漁獲物鮮度時，其溫度大致在 5°C 左右，故欲以此溫度、鹽度作紅蝦之保鮮時，其有效期限只有 3 天左右，作業日數在 5 天以上的漁船則不適於使用。

表 2 為 0°C 貯藏時鮮度之比較。貯藏至第 7 天時，FW 組之 K 值仍最低 (22.04 %)，但官

表 1 紅蝦在攝氏 5 度的淡水和 3% 鹽水中冷藏時 7 天內鮮度的變化
 Table 1 Changes in freshness of *Solenocera prominens* stored in freshwater (FW) and 3% salt water (SW) at 5°C for 7 days

Day	Group*	pH	K (%)	L	a	b	a/b	$\sqrt{a^2 + b^2}$	ΔE	Organoleptic test
0	I	7.25	7.69	71.0	2.5	14.6	0.17	14.81	19.2	1
	II	7.25	7.69	71.0	2.5	14.6	0.17	14.81	19.2	1
1	I	7.25	8.18	65.3	3.1	15.3	0.20	15.61	24.5	1
	II	7.36	5.83	67.4	2.1	14.6	0.17	14.75	22.2	1
3	I	7.51	27.18	54.6	5.5	18.1	0.30	18.93	35.3	1
	II	7.61	20.94	61.6	3.3	16.2	0.20	16.53	27.9	1
5	I	7.68	21.13	55.1	5.8	17.6	0.32	18.53	35.5	1
	II	7.83	56.23	57.8	3.9	15.5	0.25	15.98	32.0	3
7	I	7.79	35.37	56.8	5.8	17.6	0.32	18.62	34.1	1
	II	7.87	85.05	45.6	4.5	16.0	0.28	16.62	33.1	3

* Group I : FW ; Group II : 3% SW

表2 紅蝦在攝氏零度的不同鹽度和包裝下冷藏時七天內鮮度的變化
 Table 2 Changes in freshness of *Solenocera prominentis* during storage at 0°C for 7 days

Day	Group*	pH	K (%)	L	a	b	a/b	$\sqrt{a^2 + b^2}$	ΔE	Organoleptic test
0	I	7.25	7.69	71.0	2.5	14.6	0.17	14.81	19.2	1
	II	7.05	2.20	62.0	5.0	17.6	0.28	18.29	32.3	1
	III	7.05	2.20	62.0	5.0	17.6	0.28	18.29	32.3	1
	IV	7.05	2.20	62.0	5.0	17.6	0.28	18.29	32.3	1
1	I	7.25	3.54	67.1	2.6	14.9	0.17	15.13	22.7	1
	II	7.24	11.75	63.4	4.5	16.9	0.26	17.48	30.6	2
	III	7.14	9.71	65.1	4.7	17.0	0.27	17.64	29.2	1
	IV	7.19	10.69	64.3	4.5	17.0	0.26	17.59	29.9	1
3	I	7.50	13.91	51.6	6.0	17.1	0.35	18.13	37.7	1
	II	7.48	17.51	53.8	5.5	17.2	0.30	18.06	36.6	2
	III	7.52	17.11	57.4	5.4	17.1	0.31	17.93	33.3	1
	IV	7.21	13.71	67.5	2.9	13.8	0.21	14.10	22.5	1
5	I	7.73	25.48	49.7	6.8	17.6	0.38	18.86	40.6	2
	II	7.74	25.01	56.5	4.8	16.9	0.28	17.57	34.0	2
	III	7.55	20.00	66.7	3.1	14.4	0.21	14.73	23.6	1
	IV	7.77	21.45	69.1	2.4	13.1	0.18	13.32	20.8	1
7	I	7.99	30.23	45.6	8.2	17.5	0.46	19.59	44.7	2
	II	7.99	36.26	50.1	6.7	17.2	0.38	18.46	40.3	3
	III	7.88	22.04	54.9	3.4	17.3	0.31	18.15	35.7	2
	IV	7.88	31.16	64.4	3.4	14.4	0.23	14.80	25.7	1

* Group I : freshwater ice (FWI) ; Group II : in air and with PE packing ;
 Group III : freshwater (FW) ; Group IV : 3% salt water (SW)

表 3 聚乙烯塑膠袋包裝與否對於紅蝦冷藏時鮮度的影響
 Table 3 Changes in freshness of *Solenocera prominentis* packing with or without PE bag during storage in 7% salt water at 3°C for 7 days

Day	Group*	pH	K(%)	L	a	b	a/b	$\sqrt{a^2+b^2}$	ΔE	Organoleptic test
0	I	7.05	2.20	62.0	5.0	17.6	0.28	18.29	30.3	1
	II	7.05	2.20	62.0	5.0	17.6	0.28	18.29	30.3	1
1	I	7.13	11.94	64.2	4.7	18.0	0.26	18.60	30.5	2
	II	7.21	11.48	66.0	4.2	16.9	0.24	17.41	28.3	1
3	I	7.38	16.28	58.9	3.9	16.1	0.24	16.57	31.3	2
	II	7.12	13.24	67.5	2.4	14.0	0.17	14.20	22.6	1
5	I	7.63	26.80	65.8	2.8	14.0	0.20	14.28	24.6	2
	II	7.42	18.37	69.2	2.2	13.3	0.16	13.48	20.7	1
7	I	7.93	28.69	60.5	3.9	14.6	0.26	15.11	29.4	3
	II	7.71	25.74	69.4	2.7	13.3	0.20	13.57	20.7	1

* Group I : with PE bag ; Group II : without PE bag

表4 紅蝦在3%鹽水中冷藏時溫度對其鮮度的影響

Table 4 Effect of temperature on the freshness of *Solenocera prominentis* during storage in 3% salt water for 7 days

Day	Group*	pH	K (%)	L	a	b	a/b	$\sqrt{a^2 + b^2}$	ΔE	Organoleptic test
0	I	7.25	7.69	71.0	2.5	14.6	0.17	14.81	19.2	1
	II	7.05	2.20	62.0	5.0	17.6	0.28	18.29	32.3	1
1	I	7.36	5.83	67.4	2.1	14.6	0.17	14.75	22.2	1
	II	7.19	10.69	64.3	4.5	17.0	0.26	17.59	29.9	1
3	I	7.61	20.94	61.6	3.3	16.2	0.20	16.53	27.9	1
	II	7.21	13.71	67.5	2.9	13.8	0.21	14.10	22.5	1
5	I	7.83	56.23	57.8	3.9	15.5	0.25	15.98	32.0	3
	II	7.77	21.45	69.1	2.4	13.1	0.18	13.32	20.8	1
7	I	7.87	85.05	56.4	4.5	16.0	0.28	16.62	33.1	3
	II	7.88	31.16	64.4	3.4	14.4	0.23	14.82	25.7	1

* Group I : 5°C ; Group II : 0°C

表 5 紅蝦在不同溫度冷藏時塑膠袋包裝對其鮮度的影響
 Table 5 Comparison on the freshness of *Solenaster prominentis* packing with PE bag during storage in air at 0°C and 7% SW at -3°C

Day	Group*	pH	K(%)	L	a	b	a/b	$\sqrt{a^2+b^2}$	ΔE	Organoleptic test
0	I	7.05	2.20	62.0	5.0	17.6	0.28	18.29	30.3	1
	II	7.05	2.20	62.0	5.0	17.6	0.28	18.29	30.3	1
1	I	7.24	11.75	63.4	4.5	16.9	0.26	17.48	30.6	2
	II	7.13	11.94	64.2	4.7	18.0	0.26	18.60	30.5	2
3	I	7.48	17.51	53.8	5.5	17.2	0.30	18.06	36.6	2
	II	7.38	16.28	58.9	3.9	16.1	0.24	16.57	31.3	2
5	I	7.74	25.01	56.5	4.8	16.9	0.28	17.57	34.0	2
	II	7.63	26.08	65.8	2.8	14.0	0.20	14.28	24.1	2
7	I	7.99	36.26	50.1	6.7	17.2	0.38	18.46	40.3	3
	II	7.93	28.69	60.5	3.9	14.6	0.26	15.11	29.4	3

* Group I : 0°C / air ; Group II : -3°C / 7% SW (salt water)

能上已有褪色、輕微黑變並稍具腐敗臭而屬於第2級。3% SW組之pH值在第7天時為7.88，K值為31.16%，官能上色澤良好，無黑變及腐敗臭產生，屬於第1級。FWI組的pH值在第7天達7.99，且官能上較差而屬於第2級。加塑膠袋包裝置於空氣中者，因嚴重黑變和強烈腐敗臭而為第3級。在肉汁顏色方面，3% SW組最佳，其 ΔE 值、彩度、色調及亮度均較佳。故在0°C貯藏時，3% SW組較FWI組、FW組以及加塑膠袋置於空氣中者之保鮮效果較好。

表3為在-3°C 7% SW中有否加塑膠袋包裝之鮮度比較。所有測定值都以不加包裝者最佳，尤其以官能上差異最為顯著。有包裝者在第3天已有黑變產生，第7天時則嚴重黑變，並具強烈腐敗臭；但不加包裝者第7天時色澤仍然鮮紅，無黑變亦無腐敗臭發生。故本表顯示：無使用塑膠袋包裝冷藏之必要。

鹽度相同而溫度不同時保鮮效果之比較

紅蝦在0°C和5°C的3% SW中貯藏時之鮮度變化列於表4中。所有測定值均以0°C組為佳，其中以K值之差別最為顯著。在第7天時，0°C組之K值為31.16%，但5°C組則高達85.05%；官能上兩組幾無黑變產生，但5°C組已有強烈腐敗臭。本表顯示：溫度對紅蝦鮮度影響很大，溫度愈低時保鮮效果愈好。

加聚乙烯塑膠袋包裝時保鮮效果之比較

表5為在0°C空氣中和-3°C 7% SW中鮮度之比較，兩組的官能值和pH值都很差，但-3°C 7% SW組的K值和色差(ΔE)值則較0°C空氣組為佳，顯示低溫之保鮮效果較好。

本研究從溫度、鹽度及包裝等條件探討以冷却海水取代傳統的碎冰冷藏紅蝦時之最適條件，作為近海漁船使用冷却海水保持漁獲物鮮度時之參考。

試驗結果顯示，紅蝦在冷藏期間之鮮度指標，除了官能檢查、pH值和K值外，肉汁的L值和 ΔE 值似亦可以用來判定。0°C的食鹽水(3%)可以有效地防止黑變及褪色⁽¹⁾等外觀變化，並維持良好鮮度至7天以上。以聚乙烯塑膠袋包裝的紅蝦，其鮮度下降較無包裝者迅速，故沒有使用塑膠袋包裝之必要。紅蝦保鮮的最適條件為0°C和3%的鹽水，但7%鹽水的效果反而較差。目前漁船使用的海水冷却機只能將海水冷却至2~5°C，應使其溫度能達0°C，以便保持紅蝦之鮮度。

摘 要

本研究在於探討紅蝦(*Solenocera prominentis*)以傳統碎冰冰藏和目前推廣中的冷却海水保藏時效果之比較，尋求紅蝦使用冷却海水保藏時的最適溫度和鹽度條件，並探討包裝對品質的影響。

原料蝦共分成8組，分別貯於不同溫度、鹽度及有無塑膠袋包裝等條件下7天，定期測定蝦肉的pH值、K值、肉汁顏色及官能檢查，結果以0°C 3%鹽水和-3°C 7%鹽水中冷藏者效果最佳，但-3°C 7%鹽水中蝦肉有膨鬆及軟化等現象，顏色較暗紅，故以0°C 3%鹽水為最適的貯藏條件。在冷藏期間，沒有必要使用塑膠袋包裝，因其品質下降較其他條件下更迅速。目前推廣的海水冷却機應改良至足以使海水溫度維持在0°C，否則不適於紅蝦之保鮮。

謝 辭

國立台灣海洋學院水產食品科學系王孟麟同學協助本試驗，於此敬表感謝之意。

參考文獻

1. 台灣省政府農林廳漁業局 (1981). 台灣地區歷年漁業生產量值。中華民國七十年中華民國台灣地區漁業年報，24。
2. 邱思魁、江善宗 (1983). 亞硫酸鈉鹽處理對冷藏及冰藏蝦肉品質之影響。中國農業化學會誌，21 (1、2)，52 - 63。
3. 邱思魁 (1982). 溫度對紅蝦肉質分解之影響及其動力學預估。台灣省水產學會刊，9 (1、2)，81 - 91。
4. 張士軒、劉世芬 (1984). 魚蝦類冷却海水保鮮效果初步研究。台灣省水產試驗所試驗報告，36，175 - 188。
5. 張希達、歐錫祺、金心衡、周耀然 (1981). 漁撈學，海國書局出版，635。
6. 陳武雄 (1977). 蝦類鮮度官能檢查法。中華民國66年水產加工技術研討會總報告，台灣省農林廳漁業局編印，5 - 6。
7. 鍾忠勇 (1977). 蝦類在冰藏及凍藏中之品質變化—黑變與肉質變敗。科學發展月刊，5 (4)，334 - 343。
8. 鍾忠勇、陳幸臣 (1977). 外銷冷凍蝦肉質變敗防止方法之研究(一)，肉質變敗原因之探討。科學發展月刊，5 (6)，534 - 541。
9. 小林 宏、內山 均 (1980). 魚類鮮度の簡易判定法。東海水研報，61，21 - 26。
10. 內山 均 (1983). 水產化學の基礎と應用研究—魚類の生鮮度判定と貯藏法の開發研究をめぐつて。New Food Industry，25 (1)，49 - 55。
11. 木村全長、木田健治 (1965). エビの鮮度保持について。北水試月報，22 (7)，24 - 32。
12. Barnett, H. J. et al. (1978). Use of carbon dioxide dissolved in refrigerated brine for the preservation of pink shrimp (*Pandalus* spp.). Mar. Fisher. Rev., 40 (9)，24 - 28。
13. Cobb I, B.F. and Vanderjant, C. (1971). Biochemical changes in shrimp incubated with *Pseudomonas*, *Bacillus*, and a coryneform bacterium. J. Milk Food Technol., 34，533 - 544。
14. Lemon, D.W. and Regier, L.W. (1977). Holding of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) in refrigerated sea water. J. Fish. Res. Board Can., 34，439 - 443。
15. Ogawa, M., Meneses, A.C., Perdigo, N.B., and Kozima, T.T. (1983). Influence of storage conditions and quality evaluation of discolored spiny lobster tails. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 49 (6)，975 - 982。
16. Pedraja, R.R. (1970). Change in composition of shrimp and other marine animals during processing. Food Technol., 24，1355 - 1358。
17. Shaw, D.H. and Botta, J.R. (1975). Preservation of inshore male capelin (*Mallotus villosus*) stored in refrigerated sea water. J. Fish. Res. Board Can., 32，2047 - 2053。