

## 比較生鮮與冷凍原料之赤魷魚漿品質 及抗凍劑處理效果

王文亮·陳聰松·駱秋燕

### Comparisons on the Quality between Raw and Frozen Flying Squid and Effectiveness of Cryoprotection Treatment in Minced Product

Wen-Liang Wang, Tsong-Song Chen and Chiu-Yen Lo

In spite of many efforts made since the late 1940's, problems still exist in the development of minced squid products as a result of species specificity. The quality of squid products are quite different due to different species. For example, squid balls made of cuttlefish (*Sepia esculenta* Hoyle) have been well developed in Taiwan for many years, while that of other species of squids are not. Due to the problems the local manufacturers have of using the frozen flying squid as raw material, and the instability and difficulty of controlling product quality, a series of experiments were carried out.

Though the viscosity of the mantle muscle paste of flying squid was high and the activity of  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase was stronger than fish, the rheological quality of its "KAMABOKO" product was not as good as fish. Due to high viscosity, gas foam was easily formed during chopping and kneading, hence caused the "KAMABOKO" product to float on the surface of the cooling water. This phenomenon was quite different from those of fishes.

The paste will turn transparent just the same as living squid when degas process is applied after kneading, and it may raise the rheological quality. However, it still cannot reach the same rheological quality of fish.

The paste stored at  $-40^{\circ}\text{C}$  was not only more stable but also better than that stored at  $-20^{\circ}\text{C}$  in both of proteinal and rheological qualities, and the difference between these two storage temperatures was highly significant ( $p < 0.001$ ). Among the cryoprotectant treatments, compared with frozen and raw material at  $p = 0.05$  level, got significant difference. 2D polyphosphate mixed with applied carbohydrates or M.S.G. was more effective than the other single cryoprotectants at  $-20^{\circ}\text{C}$ , while those of higher concentrations of single carbohydrate or M.S.G. and those of 2D polyphosphate mixed with glucose or M.S.G. got good results at  $-40^{\circ}\text{C}$  for about 6 months. Metapolyphosphate was the only ineffective cryoprotectant because of its low pH.

Since deep freezing was more effective than cryoprotectant treatment as shown in this

paper, for minced squid products, storing the squid fillet at  $-40^{\circ}\text{C}$  and reducing the temperature fluctuation are suggested from both economic profit and quality viewpoints. However, the other processing problems must be resolved before developing this industry.

## 前 言

北太平洋產赤魷 (*Ommastrephes bartrami*)，因其肉厚不適宜製成魷干，又因其水分含量較少，加熱時比較不會收縮，多半製成魷絲、片等調味半乾性食品<sup>(1)</sup>，由於市場有限，當產量過剩時，就有必要開發新的加工技術及方法，使魷魚業能繼續發展。

日本在 1950 年代起對魷類煉製品之加工研究即有許多報告<sup>(2)~(11)</sup>，由於食味及加工上的種種因素，以致於在日本一直無法單獨製成煉製品銷售，只能供作其他魚漿之配合原料<sup>(12)</sup>。國內則有李<sup>(13)</sup>對花枝，周<sup>(14)</sup>對赤魷進行煉製品加工研究。但花枝與魷魚煉製品之流變學性質仍不盡相同，即使同屬魷類，日本之報告多半以日本魷為原料，與赤魷之性質仍有差別；而國內之加工廠及學術研究單位，也僅能以未知凍結條件的冷凍魷魚為原料，進行試驗與試製，往往以同一製造條件不能得到良好的再現性，吾人對未能以新鮮魷魚為原料引以為憾，筆者等乃藉海功號進行北太平洋赤魷漁場調查之便，將流刺網所漁獲之赤魷處理後，添加各種抗凍劑，製成冷凍魷漿，本試驗著重於探討抗凍劑處理與凍藏溫度對魷漿製品品質的影響，同時對各凍藏期間之品質變化也一併討論。竹谷<sup>(15)</sup>曾以日本魷 (*Ommastrephes sloani pacificus*，現已更正為 *Todarodes pacificus*) 各部位肌肉進行煉製品加工研究，發現胴肉最佳；其次為鰭肉，脚肉最差，故筆者等，以胴肉進行本試驗。

## 材料與方法

一、採樣地點：北緯 40—46 度，東經 157—西經 175 度之間，如圖 1。

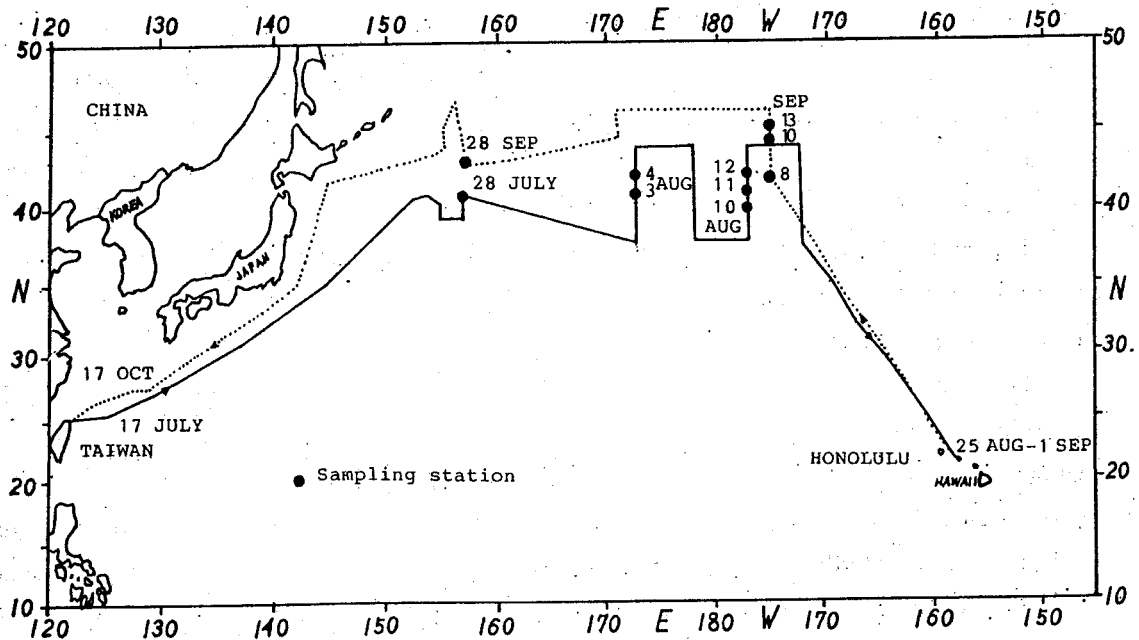


圖 1 北太平洋赤魷漁場採樣航跡圖 (七十五年七月十六日至十月十六日)

Fig. 1 Sampling date and station of the flying squid in the North Pacific Ocean.

二試驗船：台灣省水產試驗所所屬海功號試驗船。

三實驗設計：

(一)貯藏溫度：凍藏於 $-20^{\circ}\text{C}$ 者，前70天溫度變動為 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，以後則為 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ； $-40^{\circ}\text{C}$ 者，前50天溫度變動為 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，以後則為 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。如表1因素A。

表1 複因子變方分析設計  
Table 1 Factorial anova design

因素 A Factor A	因素 B Factor B
凍藏溫度 Temperatures in $^{\circ}\text{C}$ *	抗凍劑處理 Cryoprotectant treatments
T1 $-20^{\circ}\text{C}$	B1 Control
T2 $-40^{\circ}\text{C}$	B2 5% Sucrose
	B3 10% Sucrose
因素 C Factor C	B4 5% Glucose
品質指標 Quality indicators	B5 10% Glucose
M1 Salt soluble protein	B6 3% Sorbitol
M2 Relative viscosity	B7 5% Sorbitol
M3 $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase activity	B8 0.5% MSG
M4 Gel strength	B9 1.0% MSG
M5 Organoleptic score	B10 0.25% 2D Polyphosphate**
因素 D Factor D	B11 0.25% Pyrophosphate
凍藏期間 Storage periods (days)	B12 0.25% Metapolyphosphate
D1 $116 \pm 13$	B13 0.25% Tripolyphosphate
D2 $147 \pm 11$	B14 0.25% 2D + 5% Sucrose
D3 $180 \pm 10$	B15 0.25% 2D + 5% Glucose
	B16 0.25% 2D + 3% Sorbitol
	B17 0.25% 2D + 0.5% MSG

\* Temperature variation were  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  for T1 and  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  for T2 when stored on research vessel during the early 70 days and 50 days respectively, and were  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  for T1 while  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  for T2 in lab incubator after 70 days and 50 days respectively.

\*\* Contains 50% sodium pyrophosphate and 50% sodium tripolyphosphate.

(二)抗凍劑處理：使用醣類、聚合磷酸鹽及其組合，例如表1因素B，其用量係依絞碎赤魷胴肉之濕重計算。

(三)貯藏期間：分別在凍藏  $116 \pm 13$  天、 $147 \pm 11$  天及  $180 \pm 10$  天，測定其蛋白質及流變學品質與

相關之因子。

(四)統計方法：應用複因子變方分析 ( factorial anova )<sup>(5)</sup> 比較貯藏溫度、品質指標及抗凍劑處理間之差別，如表 1 所示。另以 Student-Newman-Keuls test<sup>(6)</sup> 對抗凍劑處理區各組間作多重比較。

#### 四、冷凍魷魚漿之製備：

將流刺網漁獲之赤魷，選取較新鮮及胴體完整者，立即去頭、尾及內臟，海水洗滌後剝皮、除鞘，將胴肉通過篩孔直徑 1.0 cm 的絞肉機絞碎，除去纏繞在絞肉機轉軸及切刀上的結締組織與腱狀隔膜，保存於 5℃ 以下，以 2 kg 為單位，加入各種抗凍劑混攪使之均勻，以凍結盤成型，置於 -40 ± 2℃ 之送風式凍結管棚上，經 24 小時凍結後脫盤，貯存於實驗指定溫度下 ( 如表 1 因素 A )。

#### 五、赤魷漿鹽溶性蛋白質品質之測定：

(一)供試品之製備：如圖 2 之程序製備，供鹽溶性蛋白質性質之測定。

(二)鹽溶氮：取 20 ml 0.6 M KCl 可溶蛋白質液 ( 三重覆 )，以 Kjeldahl 法定量氮。

(三)總氮：取研磨後魷漿 1.2 - 1.5 g ( 精秤、三重覆 )，以 Kjeldahl 法定量氮。

(四)相對粘度：以球形吸管正確吸取 2 份 10 ml 恒溫至 30℃ 之 0.6 M KCl 可溶蛋白質液，1 份放入 Ostwald 粘度計，在 30 ± 0.2℃ 水浴內測定 ( 五重覆 )，另 1 份則以精密天秤迅速秤量，依下式計算：

$$\eta_r = \frac{W_A}{W_B} \times \frac{T_A}{T_B}$$

$\eta_r$ ：相對粘度， $W_A$ ：10 ml 供試鹽溶蛋白質液重 ( g )， $W_B$ ：10 ml 0.6 M KCl 溶液重 ( g )， $T_A$ ：供試鹽溶蛋白通過上、下二標線所需時間， $T_B$ ：0.6 M KCl 通過上、下二標線所需之時間。

(五)  $Ca^{2+}$  ATPase 活性：依新井<sup>(7)</sup>所述之高鹽濃度反應液 ( 表 2 ) 反應，所游離之無機磷酸鹽則依 FISKE-SUBBA-ROW'S 法測定。

#### 六、赤魷漿之流變學品質及其相關因子之測定：

(一)魷糕之製備：

取 0.8 - 1.2 kg 之冷凍魷漿，置於 5℃ 恒溫箱，經 16 - 20 小時之解凍，加入其重 2% 之食鹽，以白砂糖補足外加物的總濃度至 8% ( 但外加物之濃度原已超過 8% 者不再添加 )，使其水分含量不致相差太大，並以附冰水冷却外套之旋轉式搗潰機搗潰 30 分鐘。

搗潰後魷漿以絞肉機充填入直徑 3 cm 長 20 cm 之聚氯乙烯沙囊袋，立即投入 90℃ 水浴中，煮 40 分鐘後取出浸於自來水中冷却約 30 分鐘，再置於 5℃ 恒溫箱中 18 - 24 小時，測定前 1 - 2 小時，取出置於室溫使其回溫後測定流變學品質。

(二)膠強度：

取上述製備之香腸狀樣品，切成 3 cm 高度，使用物性測定儀 ( SAN KAGAKU CO. LTD. JAPAN, Rheometer )，以直徑 7 mm 之球形測定頭 ( plunger ) 測定破裂力 ( breaking force ) 與變形度 ( deformation )，以二者之乘積定為膠強度，單位為 g · mm。

(三)官能評點：

將製備好的香腸狀樣品，切成厚度 3 mm 之薄片，依下法評點<sup>(8)</sup>：

7 = 摺疊 2 次，以指壓不破裂。

6 = 摺疊 2 次，以指壓破裂，但摺疊 1 次以指壓不破裂。

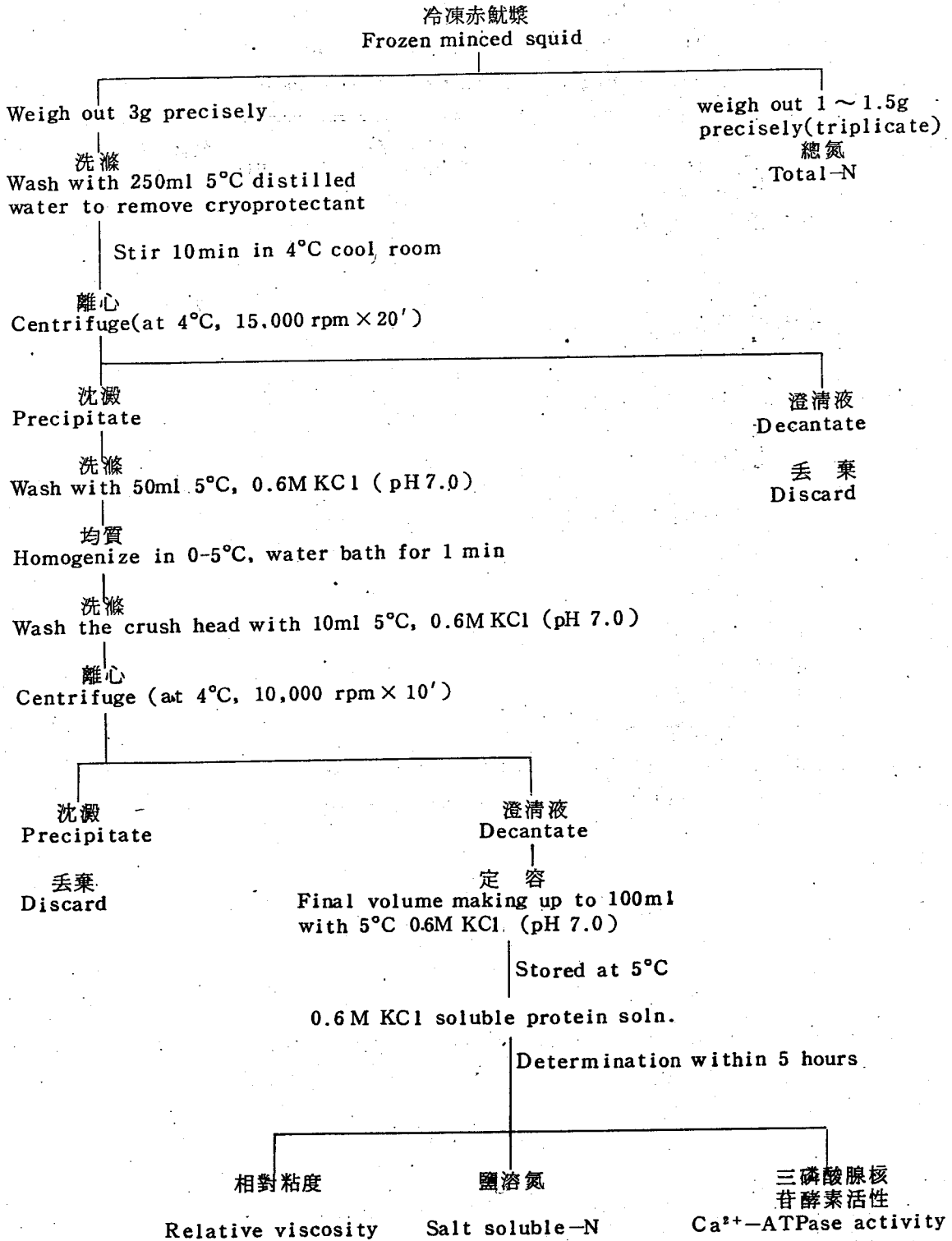


圖 2 魷漿蛋白質品質測定流程  
Fig. 2 The test scheme for protein quality

表2 三磷酸腺核苷分解酵素活性測定用高鹽反應溶液之組成  
Table 2 The composition of high salt reaction mixture\* for determining the activity of  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase.

成份 Constituents	體積 Volume (ml)	最終濃度 Final conc. (mM)
0.5 M Tris-Maleate, pH 7.0	0.5	25
0.1 M $\text{CaCl}_2$	0.5	5
2.0 M KCl, pH 7.0	2.2	500
Sample solution (ab. 3%)	0.5	-
$\text{H}_2\text{O}$	5.3	-
40 mM ATP, pH 7.0	1.0	4
Total volume	10.0	

\* The enzymatic reaction mixture was incubated at  $25^\circ\text{C}$  prior to adding sample and ATP solution.

- 5 = 摺疊 2 次，以指輕壓破裂。  
4 = 摺疊 1 次，以指壓破裂。  
3 = 摺疊 1 次，以指輕壓破裂一半以上。  
2 = 摺疊 1 次，以指輕壓完全破裂。  
1 = 未摺疊以指輕壓即崩壞。

評點 7 - 6 表示 3 - 4 片評為 7，另 1 - 2 片評為 6，相反地，6 - 7 表 3 - 4 片評為 6，1 - 2 片評為 7，以此類推。

#### (四) 水分：

精確稱取 1.5 - 2g 之搗潰後魷漿，在  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  恒溫烤箱內乾燥 2 小時後稱重，反覆稱重至恒量為止。

$$\% \text{水分} = \frac{\text{失重 (g)}}{\text{樣品重 (g)}} \times 100$$

(五) pH：稱取 5.0 g 搗潰後魷漿，加 45 ml 蒸餾水，以均質機均質 1 分鐘後，置於室溫下 20 - 30 分鐘，以 pH 計 (BASIC, Model 321, TAIWAN, R. O. C.) 測定之。

## 結果與討論

### 一 赤魷漿之加熱特性：

魚種與煉製品的厚度影響加熱條件，本實驗依慣例先探討赤魷漿之加熱條件，如表 3 所示。 $70^\circ\text{C}$  以下的各加熱條件，因製品的中心部位尚未煮熟，故官能評點值較低。 $85^\circ\text{C}$  加熱 50 分鐘以下的加熱條件，則可能與中心溫度通過沸水等<sup>(19)</sup> 所謂的崩壞 (modori) 溫度帶  $50 - 70^\circ\text{C}$  間之時間太長所致；以及 Sakai 等<sup>(20)</sup> 指出日本魷之胴肉中之肌球蛋白 (myosin) 易被蛋白分解酵素所破壞，且無論酸性或鹼性蛋白分解酵素均參與作用；Stanley 等<sup>(21)</sup> 亦指出北美產紐芬蘭魷 (*Illex illecebrosus*) 之胴肉含強力活性的酸性與鹼性蛋白分解酵素；這些酵素在崩壞溫度帶很可能旺盛

表3 赤魷漿加熱條件之探討

Table 3 Effect of heating condition on minced flying squid\*

加熱條件		官能評點 Organo- leptic score	加熱條件		官能評點 Organo- leptic score
Heating condition			Heating condition		
溫度 Temp. (°C)	時間 Time (min.)		溫度 Temp. (°C)	時間 Time (min.)	
60	40	3	85	40	6
	50	4 - 3		50	6
	60	4 - 3		60	7 - 6
70	40	4 - 3	90	30	7 - 6
	50	4 - 3		40	7 - 6
	60	4 - 3		50	7 - 6
75	40	5 - 4	95	30	7 - 6
	50	5 - 4		40	6
	60	5		50	6
80	40	5 - 4	100	30	6
	50	5		40	6 - 5
	60	6 - 5		50	6 - 5

\* Performance on research vessel.

作用而導致官能評點值較低。90 °C之製品官能評點值高且穩定，竹谷等<sup>(9)</sup>製成與本報告相同的製品，以90 °C加熱魷漿中心溫度在15分鐘後上升至87 °C左右，23分鐘後才達到與水浴相同的溫度。故以下的實驗均採90 °C加熱40分鐘之條件。95 °C以上的加熱，其官能評點值又告降低，推測可能係魷漿中易溶存多量氣體，由於氣體膨脹致魷漿在沙囊袋內成塊狀分離，據筆者等觀察魷漿製品水煮時係浮在水面，此點與一般魚漿製品煮熟時才浮上水面迥然不同，顯示比重小氣體含量多。

二赤魷漿之膠化 (Setting phenomenon) 效果：

谷川等<sup>(3)</sup>認為日本魷無膠化現象，志水等<sup>(10)</sup>認為烏賊 (*Sepia esculenta*) 屬於不易膠化，李<sup>(11)</sup>認為花枝亦同。筆者等以新鮮赤魷在船上探討其膠化效果，由表4可知播漬後魷漿在22°C下放置時間越長，官能評點值越低；在5°C下，超過20小時亦稍降低，顯示赤魷漿難以膠化，因此建議在實際生產時，不需經膠化手續，播漬後倘若不即時加熱，可先置於5°C以下以免品質下降。

三赤魷漿之脫氣 (degas) 效果：

由於前述在加熱時發現魷漿之比重比水小，推測係因溶存氣體受熱膨脹所致，故採用凍結真空乾燥機，以30 - 50 mm Hg之錶真空度脫氣1分鐘，發現魷漿呈透明化，經測定魷漿製品之流變學品質如表5所示，播漬前脫氣可增加60g的破裂力，而播漬後則可增加110g，顯然在魷魚絞碎及播漬時，因肉質粘性大，氣體易溶入而不易逸出，致魷漿中含有多量氣體；然而，在變形度則仍無提高的效果，推測可能係赤魷肉質的本性。

右田<sup>(2)</sup>對魷魚類之肉糊易起膨潤，認為係因蛋白質之膠體分子與水十分水合，因吸水而使體積增大，此外加鹽更促進水合作用致易起膨潤。竹谷等<sup>(8)</sup>以日本魷進行煉製品加工試驗時，發現加熱後製品之切斷面含多量氣泡，因此使用真空式攪拌播漬機<sup>(9)</sup>本實驗中自絞碎後即未再加水，且由脫氣後魷漿的透明化，均可證實氣體之溶入會影響流變學品質。

表 4 赤魷漿置放膠化效果探討

Table 4 Effect of setting on minced flying squid\*.

溫度 Tempe- ration (°C)	時間 Time (hour)	官能評點 Organo- leptic score	溫度 Temp- rature (°C)	時間 Time (hour)	官能評點 Organo- leptic score
5	0	7 - 6	22	0	7 - 6
	4	7 - 6		0.5	7 - 6
	8	7 - 6		1	6
	12	7 - 6		2	6 - 5
	16	7 - 6		3	6 - 5
	20	6		4	5
	24	6		6	5 - 4

\* Performance on research vessel.

表 5 赤魷漿之脫氣效果

Table 5 Effect of degas process\* on minced flying squid.

處 理 Treatment	破裂力 Breaking force g	變形度 Deformation mm	膠強度 Gel strength g·mm	官能評點 Organoleptic score
Control	406	6.8	2761	6 - 5
Degas before kneading	470	6.6	3102	7 - 6
Degas after kneading	516	6.8	3509	7

\* 30 - 50 mmHg degas for 2 min.

四魷漿之鹽溶蛋白質品質與流變學品質關係：

魷肉 ATPase 可被  $Ca^{2+}$  及  $Mg^{2+}$  活化，而高鹽濃度下  $Ca^{2+}$  之活化作用則更為顯著<sup>(2)</sup>，又  $Ca^{2+}$  在高鹽濃度下以 25 °C 之比活性值最高<sup>(2)</sup>，本試驗採用這些條件（如表 2），發現魷漿之  $Ca^{2+}$ -ATPase 活性相當高，在 116 ± 13 天測定時，最低也有 72.32 unit (unit =  $\mu$ moles/min / mg salt soluble protein)，最高則達 132.9 unit（表 6），即使在凍藏 180 ± 10 天後，最



表6 以抗凍劑處理經凍藏116 ± 13 天赤魷漿之一些蛋白質品質狀況  
 Table 6 Some protein qualities of frozen minced flying squid treated  
 with cryoprotectants after stored for 116 ± 13 days.

因素B Factor B* No.	因素A Factor A** °C	凍藏 日數 Storage days	鹽溶 蛋白 Salt soluble protein %	相對粘度 Relative viscosity $\eta_r$	鹽溶氮 總氮 Salt soluble-N Total-N %	三磷酸腺核 苷酵素活性 Ca <sup>2+</sup> -ATPase activity unit***
1	-20	120	5.20	1.0212	26.69	72.32
	-40	109	5.52	1.0198	27.67	97.72
2	-20	129	6.93	1.0522	35.54	76.69
	-40	106	9.46	1.0922	48.39	123.22
3	-20	122	10.98	1.0773	58.06	92.93
	-40	109	10.94	1.1361	58.98	157.31
4	-20	110	6.72	1.0463	33.42	78.07
	-40	105	9.57	1.0945	49.43	128.03
5	-20	117	9.08	1.0672	49.43	92.14
	-40	105	11.06	1.1141	59.18	137.79
6	-20	118	7.61	1.0747	37.47	86.72
	-40	112	9.98	1.1136	50.08	112.36
7	-20	126	9.85	1.1092	53.33	97.68
	-40	107	10.78	1.1140	58.14	129.09
8	-20	111	9.95	1.0688	46.45	80.72
	-40	113	10.45	1.1086	50.22	129.52
9	-20	110	11.81	1.0714	51.17	97.73
	-40	106	12.20	1.1160	56.80	131.23
10	-20	116	9.40	1.0666	44.78	81.62
	-40	112	10.26	1.1895	51.66	127.04
11	-20	116	9.82	1.0758	46.56	80.05
	-40	109	9.61	1.1381	47.48	125.65
12	-20	116	5.02	1.0124	24.10	61.05
	-40	110	7.17	1.0432	35.50	120.56
13	-20	116	9.55	1.0724	46.59	81.34
	-40	114	9.60	1.0884	48.07	131.56
14	-20	125	8.81	1.1231	41.83	92.01
	-40	102	10.73	1.1125	54.80	129.43
15	-20	125	7.69	1.0882	38.60	90.35
	-40	102	10.61	1.1156	55.75	153.73
16	-20	116	8.15	1.0867	38.77	88.72
	-40	102	10.23	1.1062	50.67	123.84
17	-20	116	10.80	1.1001	50.33	94.91
	-40	107	12.34	1.1878	60.31	132.90

\* As shown in Table 1, factor B.

\*\* As shown in Table 1, factor A.

\*\*\* Unit as Pi  $\mu$  moles/min/mg salt soluble protein.

表7 以抗凍劑處理經凍藏 147 ± 11天赤魷漿之一些蛋白質品質狀況  
 Table 7 Some protein qualities of frozen minced flying squid treated with cryoprotectants after stored for 147 ± 11 days.

因素B Factor	因素A Factor	凍藏 日數 Storage	鹽溶 蛋白 Salt soluble protein %	相對粘度 Relative viscosity $\eta_r$	鹽溶氮 總氮 Salt soluble-N Total-N %	三磷酸腺核 苷酵素活性 Ca <sup>2+</sup> -ATPase activity unit***
B* No.	A** °C	days				
1	-20	151	5.31	1.0128	26.04	70.18
	-40	140	6.82	1.0191	28.01	96.27
2	-20	158	7.03	1.0604	35.66	75.48
	-40	137	9.50	1.0896	47.30	122.03
3	-20	153	9.81	1.0844	50.14	94.15
	-40	140	10.90	1.1273	58.87	148.62
4	-20	141	7.01	1.0385	33.78	79.01
	-40	136	9.88	1.0894	52.40	124.73
5	-20	148	9.14	1.0741	50.03	90.05
	-40	136	10.78	1.1200	57.46	138.41
6	-20	149	7.43	1.0611	36.90	80.47
	-40	143	9.93	1.1084	49.48	114.42
7	-20	157	9.76	1.1076	52.27	19.33
	-40	138	10.63	1.1217	56.85	132.97
8	-20	142	9.46	1.0758	44.34	78.65
	-40	144	10.31	1.1044	49.48	130.10
9	-20	141	10.43	1.1101	50.64	98.17
	-40	137	11.17	1.1364	54.96	142.86
10	-20	147	10.00	1.0685	46.94	76.40
	-40	143	10.20	1.1494	51.43	129.26
11	-20	147	9.78	1.0849	46.51	81.14
	-40	140	9.84	1.1017	47.50	124.32
12	-20	147	5.49	1.0120	25.49	58.35
	-40	141	7.04	1.0548	34.17	134.81
13	-20	146	9.40	1.0776	44.35	73.54
	-40	139	9.76	1.0949	49.10	138.07
14	-20	155	8.41	1.0837	40.02	89.94
	-40	138	9.98	1.1244	51.69	140.23
15	-20	155	7.01	1.0673	38.05	84.60
	-40	138	10.68	1.1146	55.91	149.69
16	-20	147	7.64	1.0804	36.41	84.81
	-40	136	10.14	1.1038	50.02	134.28
17	-20	147	10.70	1.1196	50.35	90.77
	-40	139	11.86	1.1570	58.44	134.15

\* As shown in Table 1, factor B.

\*\* As shown in Table 1, factor A.

\*\*\* Unit as Pi  $\mu$  moles/min/mg protein.  
 Based on salt soluble protein.

低的仍然還有 54.24 unit (表 8)，就一般魚漿來論，其魷糕製品之品質應屬最上等；再就鹽溶蛋白量及其佔全部蛋白質比率，比粘度而言，魷漿應該是優良的煉製品原料，但其流變學品質(表 9-11)却遠不如魚漿，即使是經過脫氣 (degas) 手續仍然比不上魚漿，推測除了水溶性蛋白的影響外，主要可能是肉中強力的蛋白分解酵素<sup>(23)(21)</sup>，在適當的條件下於短時間內激烈作用，致鹽溶性蛋白質被分解而降低彈性。

在本試驗中蛋白質品質與流變學品質間 ( $n = 102$ ) 之相關關係如表 12 所示，以  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 活性與膠強度之相關性最高 ( $r = 0.8141$ )；就蛋白質品質而言，以鹽溶蛋白量與相對粘度之相關性較大 ( $r = 0.8474$ )，但他們與  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 活性之相關性，分別僅為 0.6454 及 0.6895 而已，此點與一般魚類不同；在流變學品質膠強度與官能評點 2 個指標間，其相關性則達 0.9443，顯示以物性測定儀測量，頗能反映人類的官感，反過來說，在船上無法使用物性測定儀時，官能評點具相當的科學性，不失為良好的品質評估方法之一。

#### 五、貯藏溫度、抗凍劑處理與品質之關係：

如表 13 所示，經複因子變方分析的結果，凍藏溫度與品質指標之交感，在因素 D (凍藏期間 ( $D_1$ 、 $D_2$  及  $D_3$ ))，均有極高度的顯著性 ( $p < 0.001$ )，其原因如表 14 所示，主要在因素 A 的  $T_1$  (即  $-20^\circ\text{C}$  區)，無論在  $D_1$  對  $D_2$  及  $D_2$  對  $D_3$ ，或者是蛋白質的 (指鹽溶性蛋白質) 及流變學的 (指物性)，都呈極高度的顯著性差別；而在因素 B 抗凍劑處理與因素 C 品質指標之交感 (表 13)，在因素 D 之  $D_1$  時完全沒有顯著性 ( $p > 0.05$ )，在  $D_2$  及  $D_3$  時才具有顯著性 ( $0.05 > p > 0.01$ )，除了  $T_1$  繼續提高其顯著性外，如表 14 所示  $T_2$  (即  $-40^\circ\text{C}$  區) 在蛋白質的品質由 " $D_1$  對  $D_2$ " 的顯著性 ( $0.05 > p > 0.01$ )，提高到 " $D_2$  對  $D_3$ " 的高度顯著性 ( $0.01 > p > 0.001$ )；而流變學的品質亦由 " $D_1$  對  $D_2$ " 的無顯著性，提高到  $D_2$  對  $D_3$  的具有顯著性。

谷川等<sup>(3)</sup>進行冷凍日本魷片 (squid fillet) 製造煉製品研究，以  $-25^\circ\text{C}$  空氣凍結後，包冰貯於  $-12^\circ\text{C}$ ，發現 40-50 天後仍然可以做為煉製品原料，但生魷漿之粘度會隨凍藏日數之增加而降低，可溶性蛋白氮亦在最初 50 天顯著減少；Iguchi 等<sup>(25)</sup>則指出日本魷之肌動肌凝蛋白 (actomyosin)，在  $-20^\circ\text{C}$  下貯藏 40 天後其 ATPase 活性會稍降低，而本試驗中魷漿貯於  $-20^\circ\text{C}$  下，凍藏 4 個月左右時，其品質無論就蛋白質性質或流變學性質，均與貯於  $-40^\circ\text{C}$  下有極高度的顯著差別，但貯於  $-40^\circ\text{C}$  者，由表 14 知蛋白質的品質變化較流變學的品質顯著性大，其原因尚未明瞭。

#### 六、抗凍劑處理間品質之比較：

岡田等<sup>(5)</sup>試驗多種聚磷酸鹽對旗魚漿之 "足" (ashi) 的形成效果，認為焦磷酸鹽與三聚磷酸鹽效果最好；田元等<sup>(7)</sup>以 0.1% 三聚磷酸鹽對日本魷進行水漂比用自來水水漂效果好；竹谷等<sup>(11)</sup>將焦磷酸鈉與三聚磷酸鈉等量混合物、葡萄糖、蔗糖添加於日本魷漿，以  $-26^\circ\text{C}$  左右空氣凍結法凍結後貯於同溫度之冷凍櫃中。貯藏 5 個月檢討其對防止成品品質低下之效果，發現 5% 糖類和 0.5% 聚合磷酸鹽有良好的效果；Iguchi 等<sup>(25)</sup>則指出添加 0.2 M 麩胺酸鈉 (俗稱味精)，可防止日本魷肉肌動肌凝蛋白在  $-20^\circ\text{C}$  凍藏中的變性。由於蔗糖甜度高以及易起褐變反應，有人以 4% 蔗糖及 4% 山梨糖來作抗凍劑，以及糖與磷酸鹽併用有相乘效果，而聚合磷酸鹽在 0.15-0.3% 間抗凍效果最大<sup>(26)</sup>。

本試驗根據上述文獻資料，以較大的濃度差將各種抗凍劑添加於生鮮赤魷漿中，以冷凍魷片原料為對照組列於表 1 因素 B。表 15 中一般言之，在  $-20^\circ\text{C}$  凍藏區各種糖類與聚合磷酸鹽之混合體及味精在凍藏 6 個月內都有較好的效果，各抗凍劑處理組除偏聚磷酸鹽外，都比對照組好，且在  $p = 0.05$  之水準上具有顯著性；偏聚磷酸鹽組在本試驗中甚至比對照組差，可能與其 pH 偏向酸性有關。在  $-40^\circ\text{C}$  凍藏區，對照組與各抗凍劑處理組在第 4 個月左右時，在  $p = 0.05$  之水準上無顯著

表 8 以抗凍劑處理經凍藏 180 ± 10 天赤魷漿之一些蛋白質品質狀況  
 Table 8 Some protein qualities of frozen minced flying squid treated with cryoprotectants after stored for 180 ± 10 days.

因素B Factor B*	因素A Factor A**	凍藏 日數 Storage days	鹽溶 蛋白 Salt soluble protein %	相對粘度 Relative viscosity η <sub>r</sub>	鹽溶氮 總氮 Salt soluble-N Total-N %	三磷酸腺核 苷酵素活性 Ca <sup>2+</sup> -ATPase activity unit***
1	- 20	180	5.04	1.0114	25.86	65.32
	- 40	171	6.58	1.0185	27.81	98.44
2	- 20	189	6.85	1.0544	33.49	71.96
	- 40	170	9.58	1.0842	48.53	124.37
3	- 20	183	9.77	1.0801	47.18	87.76
	- 40	171	10.78	1.1172	58.06	152.34
4	- 20	172	7.20	1.0245	34.10	74.73
	- 40	170	10.00	1.0911	52.88	126.58
5	- 20	178	8.65	1.0816	47.17	86.47
	- 40	170	10.89	1.1547	59.01	128.95
6	- 20	180	7.03	1.0545	34.16	72.84
	- 40	173	10.00	1.0894	50.12	119.72
7	- 20	188	9.57	1.0916	51.08	82.60
	- 40	179	10.59	1.1333	56.53	131.45
8	- 20	172	9.04	1.0616	41.24	76.44
	- 40	174	10.28	1.1259	49.40	129.59
9	- 20	172	10.32	1.1194	50.13	95.56
	- 40	170	11.09	1.1548	54.78	140.99
10	- 20	177	9.64	1.0664	44.35	71.35
	- 40	174	10.01	1.1204	50.28	130.81
11	- 20	177	9.75	1.0905	43.32	76.55
	- 40	171	10.18	1.1336	49.10	123.17
12	- 20	178	5.11	1.0127	24.30	54.24
	- 40	173	7.24	1.0331	35.26	228.65
13	- 20	176	8.98	1.0735	40.17	70.04
	- 40	174	9.85	1.1088	50.22	137.95
14	- 20	189	8.24	1.0653	40.15	86.73
	- 40	173	10.12	1.1304	55.28	128.11
15	- 20	190	7.20	1.0615	36.14	80.59
	- 40	178	10.58	1.1449	54.87	139.23
16	- 20	177	6.33	1.0682	32.80	79.91
	- 40	170	9.92	1.1004	49.54	132.84
17	- 20	178	10.71	1.1541	50.49	86.97
	- 40	171	11.94	1.1582	59.64	130.61

\* As shown in Table 1, factor B.

\*\* As shown in Table 1, factor A.

\*\*\* Unit as Pi μ moles/min/mg protein.  
 Based on salt soluble protein.

表 9 以抗凍劑處理經凍藏 116 ± 13 天赤魷漿之派變學品質及其相關因子狀況  
 Table 9 Rheological quality and relative factors of frozen minced flying squid product treated with cryoprotectants after stored for 116 ± 13 days.

因素 B Factor B* No.	因表 A Factor A** °C	凍藏 日數 Storage days	水份 Moisture %	pH	破裂力 Breaking force g	變形度 Deformation mm	膠強度 Gel strength g.mm	官能 評點 Organoleptic score
1	-20	120	70.58	7.02	312	5.2	1622	3-4
	-40	109	72.21	7.09	405	5.5	2228	6-5
2	-20	129	70.59	6.92	329	5.4	1777	3-4
	-40	106	71.99	7.06	451	6.2	2734	7-6
3	-20	122	69.37	6.66	341	5.4	1871	3-4
	-40	109	68.87	7.05	474	6.2	2877	7-6
4	-20	110	73.75	6.67	337	5.7	1921	4-3
	-40	105	71.56	7.06	458	6.2	2840	6
5	-20	117	71.72	6.67	341	5.9	2012	4
	-40	105	71.76	7.01	469	6.5	3048	7-6
6	-20	118	73.09	6.77	344	5.9	2030	6-5
	-40	112	72.47	7.02	444	6.4	2842	7-6
7	-20	126	73.28	6.79	449	5.6	2514	6
	-40	107	72.44	7.05	448	6.4	2867	7-6
8	-20	111	70.84	6.71	417	5.9	2460	6
	-40	113	71.57	7.04	433	6.4	2771	7-6
9	-20	110	71.20	6.77	461	6.6	3043	6-7
	-40	106	71.70	7.09	462	6.4	2957	7-6
10	-20	116	72.12	7.05	404	6.1	2464	6
	-40	112	71.77	7.01	500	6.2	3100	7-6
11	-20	116	71.79	7.10	373	6.1	2275	5
	-40	109	71.77	7.09	503	6.8	3420	7-6
12	-20	116	71.82	6.66	308	5.0	1540	3-4
	-40	110	71.73	6.97	439	6.3	2766	6-5
13	-20	116	72.03	7.02	378	5.9	2230	5-6
	-40	114	71.90	7.01	453	6.4	2899	6
14	-20	125	70.96	7.03	564	6.3	3553	6-7
	-40	102	71.52	7.11	448	6.4	2867	7-6
15	-20	125	72.57	7.05	527	6.2	3267	6-7
	-40	102	72.44	7.07	487	6.3	3068	7-6
16	-20	116	72.53	6.85	459	6.1	2780	6
	-40	102	72.21	7.04	453	6.4	2899	7-6
17	-20	116	72.20	6.86	521	6.2	3230	6-7
	-40	107	71.17	7.11	448	6.5	2912	7-6

\* As shown in Table 1, factor B.

\*\* As shown in Table 1, factor A.

表 10 以抗凍劑處理經凍藏 147± 11天赤魷漿之派變學品質及其相關因子狀況  
 Table 10 Rheological quality and relative factors of frozen minced flying squid product treated with cryoprotectants after stored for 147 ± 11 days.

因素 B Factor B* No.	因表 A Factor A** °C	凍藏 日數 Storage days	水份 Moisture %	pH	破裂力 Breaking force g	變形度 Deform- ation mm	膠強度 Gel strength g.mm.	官能 評點 Organo- leptic score
1	-20	151	70.02	7.10	276	5.1	1408	3
	-40	140	72.18	7.12	398	5.5	2189	6-5
2	-20	158	69.36	6.90	310	5.2	1612	3-4
	-40	137	72.04	7.08	444	6.1	2708	7-6
3	-20	153	68.98	6.61	328	5.1	1673	3-4
	-40	140	68.75	7.08	480	6.2	2976	7-6
4	-20	141	73.26	6.63	330	5.4	1782	3-4
	-40	136	71.60	7.09	457	6.2	2833	7-6
5	-20	148	71.20	6.59	327	5.7	1864	4
	-40	136	71.68	7.04	471	6.6	3109	7-6
6	-20	149	72.50	6.78	331	5.6	1854	5
	-40	143	72.09	7.05	448	6.4	2867	7-6
7	-20	157	72.65	6.82	400	5.4	2160	6-5
	-40	138	72.58	7.08	441	6.4	2822	7-6
8	-20	142	70.72	6.75	395	5.6	2212	6
	-40	144	71.60	7.08	436	6.5	2834	7-6
9	-20	141	70.65	6.78	432	6.1	2635	6-7
	-40	137	71.24	7.10	475	6.5	3088	7-6
10	-20	147	71.77	7.09	380	6.0	2280	6-5
	-40	143	71.68	7.04	514	6.2	3187	7-6
11	-20	147	71.32	7.10	354	5.9	2089	5
	-40	140	71.85	7.08	489	6.8	3325	7-6
12	-20	147	71.25	6.68	268	4.8	1286	2-3
	-40	141	71.64	7.02	443	6.3	2791	7-6
13	-20	146	71.48	7.04	360	5.7	2052	5-4
	-40	139	71.83	7.01	449	6.4	2874	6-7
14	-20	155	70.36	7.02	409	6.0	2454	6-5
	-40	138	71.26	7.10	467	6.3	2942	7-6
15	-20	155	71.92	7.04	488	6.0	2381	6
	-40	138	72.09	7.05	496	6.3	3124	7-6
16	-20	147	71.59	6.90	434	6.0	2604	6
	-40	136	72.14	7.01	456	6.4	2918	7-6
17	-20	147	71.27	6.90	480	5.8	2784	6
	-40	139	71.48	7.08	478	6.4	3059	7-6

\* As shown in Table 1, factor B.

\*\* As shown in Table 1, factor A.

表 11 以抗凍劑處理經凍藏 180 ± 10 天赤魷漿之派變學品質及其相關因子狀況  
 Table 11 Rheological quality and relative factors of frozen minced flying squid product treated with cryoprotectants after stored for 180 ± 10 days.

因素 B Factor B* No.	因表 A Factor A** °C	凍藏 日數 Storage days	水份 Moisture %	pH	破裂力 -Breaking force g	變形度 Deform- ation mm	膠強度 Gel strength g.mm	官能 評點 Organo- leptic score
1	-20	180	67.32	7.15	220	4.6	1012	2
	-40	171	72.16	7.10	401	5.5	2206	6-5
2	-20	189	68.74	6.95	286	4.7	1344	3
	-40	171	71.87	7.05	447	5.9	2637	7-6
3	-20	183	68.61	6.78	293	4.6	1344	3
	-40	171	68.82	7.06	471	6.1	2873	7-6
4	-20	172	70.05	6.85	301	4.9	1475	3
	-40	170	71.48	7.08	450	6.2	2790	7-6
5	-20	178	70.87	6.74	284	5.2	1477	3
	-40	170	71.64	7.05	468	6.5	3042	7-6
6	-20	180	71.22	6.94	276	5.2	1435	3
	-40	173	72.11	7.02	450	6.3	2835	6-7
7	-20	188	71.09	6.99	334	5.1	1703	3-4
	-40	179	72.52	7.06	439	6.4	2810	7-6
8	-20	172	69.44	6.96	306	5.4	1652	3-4
	-40	174	71.62	7.05	440	6.5	2860	7-6
9	-20	172	69.86	6.97	350	5.4	1890	3-4
	-40	170	71.53	7.08	468	6.4	2995	7-6
10	-20	177	71.04	7.15	303	5.3	1606	3-4
	-40	174	71.55	7.03	502	6.1	3062	7-6
11	-20	177	70.38	7.20	297	5.2	1544	3
	-40	171	71.67	7.10	496	6.7	3323	7-6
12	-20	178	70.73	6.84	201	4.4	884	2-1
	-40	173	71.66	7.00	434	6.1	2647	6-5
13	-20	176	71.24	7.10	324	5.3	1717	3-4
	-40	174	71.87	7.02	454	6.4	2906	6
14	-20	189	70.02	7.08	346	5.3	1834	3-4
	-40	173	71.36	7.08	454	6.3	2860	7-6
15	-20	190	70.98	7.09	394	5.4	2128	6-5
	-40	178	72.35	7.06	488	6.2	3026	7-6
16	-20	177	70.70	7.07	375	5.3	1988	5
	-40	170	72.08	7.03	450	6.4	2880	7-6
17	-20	178	70.39	7.04	360	5.2	1872	4
	-40	171	71.27	7.08	460	6.5	2990	7-6

\* As shown in Table 1, factor B.

\*\* As shown in Table 1, factor A.

表 12 品質指標間之相關關係分析

Table 12 Correlation analyses between quality indicators\*.

No.	1 鹽溶蛋白 Salt soluble protein	2 相對粘度 Relative viscosity	3 三磷酸腺核 甘醇素活性 Ca <sup>2+</sup> -ATPase activity	4 膠強度 Gel strength	5 官能評點 Organoleptic score
1	1	0.8474	0.6454	0.6381	0.6029
2	0.8474	1	0.6895	0.7050	0.6494
3	0.6454	0.6895	1	0.8141	0.7804
4	0.6381	0.7050	0.8141	1	0.9443
5	0.6029	0.6494	0.7804	0.9443	1

\* n = 102

表 13 赤魷漿凍藏期間溫度、品質指標及抗凍劑處理間之複因子顯著性比較

Table 13 Factorial significant comparisons among temperatures, quality indicators and cryoprotectant treatments after stored for periods.

變 因 Source of variation	自由度 df	凍藏期間 Frozen storage periods		
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>
A X C	4	***	***	***
B X C	64	ns	*	*

\*\*\* p &lt; 0.001, Very highly significant

\*\* 0.01 &gt; p &gt; 0.001, Highly significant

\* 0.05 &gt; p &gt; 0.01, Significant.

ns p &gt; 0.05, Not significant

A : Temperatures

B : Cryoprotectants

C : Quality indicators

D : Storage periods

性，但在第 5 及第 6 個月則有顯著性，但其效果之高低順序不同於 -20 °C 凍藏區，大致上 B15、B11、B9、B17、B5、B3、B10 等 7 種為同一等級效果較佳，糖類及味精單項中以濃度高者效果較佳，聚磷酸鹽及糖類及味精之混合體中以葡萄糖及味精較佳。



雖然抗凍劑處理對防止魷漿品質低下具有效果，但其效果之顯著性，由表 13、14 可知仍然比不上溫度差的顯著性，綜合上述筆者等認為與其在船上處理需耗費昂貴之費用，不如採用魷魚去內臟機去內臟及頭足部，以  $-40^{\circ}\text{C}$  之深溫凍藏且不使溫度變動差距過大，北太平洋赤魷運回我國加工，定能保持原料的品質。若能配合剝皮機在半解凍狀態下完成剝皮及加工，相信業者當能控制其產品品質。

表 14. 赤魷魚漿凍藏期間複因子顯著性比較

Table 14 Factorial significant comparisons between frozen periods.

品 質 Qualities	顯著性比較 Significant comparisons					
	D <sub>1</sub>	vs	D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	vs	D <sub>3</sub>
	T <sub>1</sub> #		T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>
蛋白質的 Proteinal	***		*	***		**
流變學的 Rheological	***		ns	***		*

@ The same notation as Table 13.

# As shown in Table 1, factor A.

## 摘 要

一赤魷魚漿雖然粘度大， $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 活性也比一般魚類強很多，可是其製品之流變學性質却遠不如一般魚漿。

二赤魷魚漿由於粘度大，氣體易溶入而不易逸出，在漿中形成微小氣泡，致不透明化，煮熟後冷卻時都浮出水面。若在搗潰後予以脫氣，魷漿本身可呈透明化，且製品之流變學品質也提高。

三魷魚漿在  $5^{\circ}\text{C}$  及  $22^{\circ}\text{C}$  放置時無膠化效果。

四本試驗中鹽溶蛋白量及相對粘度，與流變學品質之相關性僅為  $0.60 - 0.70$  之間 ( $n = 102$ )，而  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 相關性則較高為  $0.78 - 0.81$  之間 ( $n = 102$ )。

五凍藏溫度  $-20^{\circ}\text{C}$  與  $-40^{\circ}\text{C}$  在實驗期間內，其品質均有極高度顯著的差異 ( $p < 0.001, n = 255$ )。

六抗凍劑處理區各組間， $-20^{\circ}\text{C}$  凍藏區在第 4 個月左右，在  $p = 0.05$  之水準上即有顯著性，而  $-40^{\circ}\text{C}$  凍藏區則在第 5 個月具有顯著性；但  $-40^{\circ}\text{C}$  者比  $-20^{\circ}\text{C}$  者之品質穩定且較佳。

七在  $-20^{\circ}\text{C}$  凍藏區，本試驗所用各種糖類與聚合磷酸鹽之混合體及味精，在實驗期間內都有較好的效果；在  $-40^{\circ}\text{C}$  凍藏區，大致上來說，糖類及味精單項添加者，以濃度高者效果較佳，混合抗凍劑則以聚合磷酸鹽配葡萄糖及味精較佳。

八雖然抗凍劑具有效果，但其顯著性不如凍藏溫度差，故採用  $-40^{\circ}\text{C}$  深溫凍藏，且不使其溫度變動差距過大，當能保持赤魷原料之品質。

表 15 抗凍劑處理間品質之多重比較

Table 15 Multiple comparisons\* of quality among cryoprotectant treatments.

Storage days	- 20°C																
116 ± 13	12**	1	2	4	5	6	3	11	13	10	8	16	7	15	9	17	14
147 ± 11	12	1	2	4	6	3	5	13	11	15	8	10	7	14	16	9	17
180 ± 10	12	1	2	6	4	3	5	11	10	8	13	7	14	16	15	9	17
	-40°C																
116 ± 13	1	12	2	6	4	13	8	16	14	7	10	9	5	17	3	11	15
147 ± 11	1	12	2	6	4	8	13	7	16	14	10	11	3	5	17	9	15
180 ± 10	1	12	2	6	4	14	16	13	8	7	10	5	3	15	17	9	11

\* Student-Newman-Keuls test, level at  $p = 0.05$ .

\*\* Number indicated the same as Table 1, factor B and the former the number the lower the quality.

## 謝 辭

本文承行政院農委會「76 農建-8.1-漁-03, 大宗漁獲鯖、鰹、魷、蝦類之利用研究計畫」補助, 陳代所長茂松先生鼓勵, 海功號全體同仁大力協助採樣, 本系同仁魏道藩、劉傳正、王守平、林慧玲諸君之協助測定, 及王副研究員文政之提供意見始克完成, 謹申謝忱。

## 參考文獻

1. 蕭泉源、孫寶年 (1986). 魷魚利用現況與展望。中國水產, 397, 27 - 30.
2. 右田正男 (1953). イカ肉の特性。日本誌, 18(10), 558 - 568.
3. 谷川英一、紺野哲郎、秋場 進 (1953). イカ完全利用に関する研究—第 8 報。煉製品原料としてのイカ。フイーレーの冷凍について。北海道大學水產學部研究彙報, 4, 224 - 233.
4. 北林邦次 (1954). イカ肉の坐りと足に就いて。北水試月報, 11(5), 39 - 42.
5. 岡田 稔、山崎惇子 (1958). 多磷酸鹽の水産ねり製品への應用—I。使用條件の吟味。東海區水研報, 21, 49 - 59.
6. Matsumoto, J. J. (1958). Some aspects on the watersoluble proteins of squid mus-

- cle。東海區水研報, 20, 65 - 75.
7. 田元 馨、福見 徹、秀里 尊壽 (1965). ねり製品原料としてのスルメイカの利用—第1報。水曬しについて。北水試月報, 22(1), 26 - 33.
  8. 竹谷弘、金兼吉、奥田行雄 (1965). スルメイカ肉の利加工試験—第2報。ねり製品の製造試験 (I)。北海道立水産試験場報告, 4, 47 - 54.
  9. 竹谷弘、金兼吉 (1967). スルメイカ肉の利用加工試験—第3報。ねり製品の製造試験 (II) 加熱温度の品質におよぼす影響。北水試月報, 24(11), 43 - 49.
  10. 竹谷弘、金兼吉 (1967). スルメイカ肉の利用加工実験第4報—肉部位のゲル形成能差について。北水試月報, 24(12), 11 - 19.
  11. 竹谷弘、金兼吉 (1967). スルメイカ肉の利用加工実験第5報—原料凍蔵の製品品質におよぼす影響。北水試月報, 24(12), 20 - 25.
  12. 須山三千三、鴻巣章二、濱部基次、奥田行雄 (1980). イカの利用。恒星社厚生閣, 東京.
  13. 李健裕 (1978). 花枝煉製品之原料與加工條件對成品彈性之影響。台灣省立海洋學院水產製造研究所碩士論文.
  14. 周照仁 (1983). 魷魚 (*Ommastrephes bartrami*) 煉製品的加工條件與添加物的使用結果。科學發展月刊, 11(7), 627 - 636.
  15. Sokal, R. R. and F. J. Rohlf (1977). *Biometry*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, 343 - 356.
  16. Sokal, R. R. and F. J. Rohlf (1977). *Biometry*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, 226 - 246.
  17. 新井健一 (1974). ATPase 活性の測定。水産生物化學、食品學實驗書, 189 - 194, 恒星社厚生閣、東京.
  18. 王文亮 (1978). 紐西蘭東南海域深海魚類加工利用試驗—煉製品加工之可行性研究。台灣省水產試驗所試驗報告, 30, 389 - 400.
  19. 志水 寛、町 田律、竹並誠一 (1981). 魚肉糊のゲル形成特性に見られる魚種特異性。日水誌, 47(1), 95 - 104.
  20. Sakai, J. and J. J. Matsumoto (1981). Proteolytic enzymes of squid mantle muscle. *Comp. Biochem. Physiol.* 68B, 389 - 395.
  21. Stanley, D. W. and H. O. Hultin (1984). Proteolytic activity in north american squid and its relation to quality. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 17(3), 163 - 167.
  22. Horie, N., T. Tsuchiy and J. J. Matsumoto (1975). Studies on ATPase activity of actomyosin of squid mantle muscle. 日水誌, 41(10), 1039 - 1045.
  23. Tsuchiya, T., N. Yamada, H. Mori and J. J. Matsumoto (1978). Adenosinetriphosphatase activity of squid myosin. 日水誌, 44(3), 203 - 207.
  24. Mori, Y., N. Horie, T. Tsuchiya and J. J. Matsumoto (1980). Characterization of adenosinetriphosphatase of squid actomyosin. 日水誌, 46(12), 1533 - 1537.
  25. Iguchi, S. M. M., T. Tsuchiya and J. J. Matsumoto (1981). Studies on the freeze denaturation of squid actomyosin. 日水誌, 47(11), 1499 - 1506.
  26. Lee, C. M. (1984). Surimi process technology. *Food Technol.*, 38(11), 69 - 80.