

## 台灣地區重要漁獲物凍結點調查 — I

蔡慧君 · 張士軒 · 高淑雲 · 王文亮

### Surveys on the Freezing Points of Some Important Fishes in Taiwan — I

Huey-Jine Chai, Shyh-Shiuan Chang, Shwu-Yun Gau and Wen-Ling Wang

The freezing points of 11 important fishes in Taiwan were detected at  $-16^{\circ}\text{C}$  by digital thermometers which can display the center temperature of fishes to a level of one hundredth of  $1^{\circ}\text{C}$ . The effects of fish species, individual sample, maturity, freezing times and muscle type on the freezing points were studied. The purpose of this survey was to supply the freezing points of different fish species for preserving them at temperatures near the freezing point.

The freezing points were different among fish species, being the lowest in small abalone ( $-1.81^{\circ}\text{C}$ ), somewhat higher in kuruma prawn ( $-1.63^{\circ}\text{C}$ ), and the highest in 9 fishes ( $-0.57 \sim -1.15^{\circ}\text{C}$ ). Among the fishes, their freezing points were also different according to their living waters. The freezing points of freshwater fish such as tilapia ( $-0.57 \sim -0.59^{\circ}\text{C}$ ) were higher than those of seawater fishes. Furthermore, the freezing points of seawater fishes, migratory (horse mackerel, spotted mackerel and bonito) were lower than those of benthic (big-eye and red horsehead).

The freezing points of tail muscles of black sea-bream, horse mackerel, spotted mackerel, grey mullet, bonito and red horsehead were lower than those of dorsal muscles. Milkfish and tilapia were contrary to the above fishes.

The correlation coefficient between maturity and freezing point was negative for bonito, positive for black sea-bream, and not apparent for other fishes.

The freezing points were different apparently in individual samples of black sea-bream, horse mackerel, big-eye, grey mullet, spotted mackerel, tilapia, kuruma prawn and small abalone. No apparent differences existed in those of milkfish, bonito and red horsehead.

Different freezing points were obtained from different detecting locations of dorsal muscles of bonito. On the contrary, those of red horsehead were very consistent.

The freezing points detected at different freezing times had no apparent difference in most fishes, although the freezing points of individual sample detected at three freezing times might be different mutually.

關鍵字：凍結點、肥滿度、黑鯛、扁甲鰱、紅目鰱、虱目魚、花腹鯖、鰻魚、正鯉、吳郭魚、紅馬頭魚、斑節蝦、九孔。

Key words: Freezing point, maturity, black sea-bream, horse mackerel, big-eye, milkfish, spotted mackerel, grey mullet, bonito, tilapia, red horsehead, kuruma prawn, small abalone.

## 前 言

近年來，由於生活水準日漸提高，國人對於生鮮食品之消費也日益增加。顧名思義，「海鮮」就是鮮度極高的魚、蝦、貝類等水產品，為夜市、餐廳、宴席上不可或缺的佳餚。為迎合上班族之需求，生鮮超級市場到處林立，由於供應新鮮、衛生和高品質的食品而受到歡迎，已有逐漸取代傳統市場之趨勢。

水產品的特性之一就是在漁獲之後，如無適當的處理，則易腐敗變質。保持漁獲物鮮度的方法概分為冷藏法和冷凍法兩大類：前者雖可維持鮮魚般的品質，但貯存期限較短，後者雖具較長的貯存期限，但容易發生蛋白質變性（肌原纖維蛋白質鹽溶性之喪失，Ca-ATPase 失去活性等）、肉質劣化（乾燥，變成硬的纖維質～海綿狀的肉質）以及無法製成高品質的魚糕加工品<sup>(1)</sup>。

以凍結點附近的溫度來保存漁獲物的方法，係介於冷藏法和冷凍法之間，已知者有過冷卻法、半凍結（微凍結）法、Freeze-flow（脫水未凍結）法等<sup>(2)</sup>，所使用的溫度範圍依序為-1~-3、-3~-5及-5~-18°C。日本在1987年和1988年度先後進行「多獲性魚類鮮度高度化系統開發研究」和「多獲性魚類過冷卻冷藏技術開發研究」，針對鯖、鰱和鰻等近海大宗漁獲物，以-1~-5°C的溫度來保持其鮮度，獲得很好的效果<sup>(2)</sup>。此外，山根<sup>(3)</sup>提倡「冰溫法」，由於生物體內產生醣、高級醇和醣蛋白等不凍液，使其凍結點下降，而防止被凍結<sup>(4)</sup>；其所使用的冰溫範圍，係在0°C以下到凍結點之未凍結溫度，以保持食物於生鮮的狀態，名之為「冰溫貯藏法」（Controlled Freezing Point Storage），簡稱C.F.貯藏法<sup>(5)</sup>。加藤<sup>(6)</sup>和內山<sup>(7)</sup>對山根氏的冰溫貯藏法有相當嚴厲的質疑和批評。千田<sup>(8)</sup>提議以-1~+5°C之溫度範圍（大寒～小寒）使食品（鮮魚、畜肉、果實、蔬菜等）處於冬眠之“活”的狀態而得以長期保存之「寒溫法」。

如上所述，生鮮水產品越來越受消費者之喜愛，而保持其生鮮狀態的凍結點附近溫度的方法很多，各有優劣點。但基本上，欲進行以凍結點附近溫度來保存水產品，必先測定其凍結點。魚肉之凍結點，因魚種而有微妙的差異<sup>(6)</sup>，故在使用上述方法保存水產品時，應考慮魚種間凍結點之不同，且對於保存效果之差異，也應顧及凍結點不同之影響。為瞭解臺灣地區重要漁獲物之凍結點，乃就漁業年報<sup>(9)</sup>中列名之漁獲物，先選擇九種魚類、一種蝦類及一種貝類，調查其凍結點，作為「冰溫貯藏試驗」或「半凍結貯藏試驗」之參考依據。其他漁獲物之凍結點調查，以及超級市場中生鮮水產品品溫之調查，正著手進行中，期能建立臺灣地區重要漁獲物凍結點之基礎資料，相信彼等將有助於生鮮水產品之保鮮。

## 材料與方法

### 一、原料魚

扁甲鰱、紅目鰱、虱目魚、花腹鯖、鰻魚、正鯉、吳郭魚和紅馬頭魚等與斑節蝦係購自基隆市和平與仁愛兩市場之生鮮或冷凍者；黑鯛來自臺灣省水產試驗所臺南分所，實驗前飼養於水族箱中；九

孔則購自宜蘭縣頭城鎮海寶養殖場。

## 二、溫度計

使用國產 **Suntex Model ST-53** 數字顯示式溫度計，有效數字為小數點後第二位數。

## 三、凍結點之測定方法

樣品攜回實驗室後，立刻測量其體重、體長（尾叉長或全長），並計算其肥滿度。然後將感溫棒插入樣品中，其插入部位因魚、蝦、貝類而異，魚類係插在背部和尾部，蝦類是從頭部向尾部插到蝦體的中間部位，貝類則插在貝柱中；除了正鯧和紅馬頭魚係在背部分別測定 2 和 3 個位置外，其他魚類只測定 1 個位置之凍結點。接著以鐵盤承裝，放入  $-16 \pm 1^\circ\text{C}$  的恆溫箱中，定時記錄其品溫，魚類為每 5 min 記錄 1 次。當樣品之品溫不隨時間變動時，該溫度即為該次凍結時之凍結點。待樣品品溫通過凍結點後，取出，置於室溫下解凍，並記錄其品溫之變化。樣品於完全解凍後，進行第 2 次凍結和解凍，再進行第 3 次之凍結。以 3 次凍結過程所測得之凍結點，經校正後，計算其平均值，視為該樣品之凍結點。

## 四、統計分析

為瞭解魚種間、反覆之凍結解凍、部位等所致凍結點之差異，利用 SAS 軟體的統計方法，以 LSD（即 *t* Test）分析凍結點平均值之差異（顯著水準  $\alpha = 0.05$ ）。

# 結果與討論

## 一、原料魚之種類、體重、體長、肥滿度、生產量值與單價

表 1 列舉本次凍結點調查之對象魚種：魚類有黑鯛、扁甲鯰、紅目鯧、虱目魚、鯔魚、花腹鯖、正鯧、吳郭魚和紅馬頭魚等 9 種，蝦類只有斑節蝦 1 種，貝類亦僅有九孔 1 種。

表 2 為上述魚種之樣品數、體重、體長（全長或尾叉長）、肥滿度、78 年度之生產量值和單價以及在 122 種列名魚種<sup>(9)</sup>中之排名。各魚種肥滿度介於 5.52 ~ 20.32 之間，以吳郭魚最大，黑鯛次之，斑節蝦最小；此外，九孔因未測定貝幅，無法計算其肥滿度。由生產量來看，正鯧、吳郭魚和花腹鯖都在 10 名以內；如從生產值來看，斑節蝦和吳郭魚都在 10 名以內；就單價而言，九孔最貴，每公斤 536 元，其次是斑節蝦的 334 元，花腹鯖和正鯧最便宜，每公斤為 23 和 22 元。黑鯛、虱目魚、吳郭魚、斑節蝦和九孔為極重要的養殖魚類，其中黑鯛為新興的養殖魚種<sup>(14)</sup>，前途看好。

## 二、各種漁獲物之凍結點

食品的凍結點，乃水分從食品的水溶液中以冰晶狀態開始析出時之溫度，較水的凍結點  $0^\circ\text{C}$  為低，隨水溶液中水溶性物質如蛋白質、醣類、脂質等之摩爾濃度之增加而下降，但上述呈膠體狀態的溶質之分子和粒子，幾乎不影響其凍結點之下降<sup>(14)</sup>。桑野<sup>(16)</sup>認為魚體之體液並非純水，乃多種鹽類溶於水分中所形成之溶液；凍結點為體液中的水分開始形成冰晶的溫度，亦稱為「結冰點」。

由凍結曲線可以瞭解凍結過程中品溫下降之情形，但食品之品溫因部位而異，其表面的品溫下降快，中心部分則降溫較慢，此降溫較慢的中心部分之溫度即所謂的「溫度中心點（thermal center）」，即通稱的「中心溫度」或「品溫」，其位置不一定就是食品的幾何中心，此乃因一般食品的表面、組織和成分並非呈均一的狀態所致，但實際上，若凍結條件適當，則溫度中心點幾乎就是幾何中心<sup>(14)</sup>。本報告中魚類凍結點之測定，係測定魚體的幾何中心之溫度。為了得到較明顯的凍結曲線以判定其凍結點，乃以較高的溫度（ $-16^\circ\text{C}$ ）來進行緩慢凍結。當魚體的品溫在  $0^\circ\text{C}$  以下，持續一段時間沒有下降（無過冷却現象）或突然下降再回升（過冷却現象）<sup>(13)</sup>，此時之品溫即為該魚類之凍結點。為了精確地決定其凍結點，採用能顯示小數點後兩位之溫度計來測定。

關於魚類的凍結點，大致上係散在既有的文獻中，缺少系統性之資料。表 3 中列舉若干文獻所述

表1 試驗用原料魚之種類

Table 1 The species of tested fishes <sup>(10)(11)</sup>

Mandarin	Native name	Scientific name	Common name
黑 鯛	烏 格、烏 鱈 黑 格仔	<i>Acanthopagrus schlegeli</i> BLEEKER	Black porgy ; Black sea-bream
扁 甲 鱈	鐵甲	<i>Megaluspis cordyla</i> LINNAEUS	Horse mackerel ; Finletted mackerel scad
大 眼 鯛	紅目鱧、紅目公	<i>Princanthus macracanthus</i> CUVIER & VALENCIENNES	Red bullseye ; Big-eye
虱 目 魚	虱目魚、海草魚 安平魚、麻虱目	<i>Chanos chanos</i> FORSKAL	Milkfish ; Giant herring ; White mullet
鱈 魚	烏魚	<i>Mugil cephalus</i> LINNAEUS	Striped mullet ; Grey mullet
花 腹 鯖	花飛、青飛	<i>Scomber tapeinocephalus</i> BLEEKER	Spotted mackerel ; Spotted chub mackerel
正 鯷	烟仔魚、綽鯷	<i>Katsuwonus pelamis</i> LINNAEUS	Bonito ; Skipjack tuna
吳 郭 魚	吳郭魚、南洋鯛仔	<i>Tilapia</i> sp.	Tilapia Mozambique mouthbreeder
紅馬頭魚	紅馬頭、紅	<i>Branchiostegus japonicus</i> <i>japonicus</i> HOULTUYN	Red horsehead ; Branquillos ; Tilefish
日本對蝦	斑節蝦、九節蝦	<i>Panaeus japonicus</i> BATE	Caruma prawn / shrimp
九 孔 螺	九孔	<i>Sulculus diversicolor</i> <i>aqualilis</i> REEVE	Abalone ; Small abalone ; Tokobushi

之魚類凍結點：一般而言，淡水魚類較高，洄游性海水魚類次之，而底棲性海水魚類較低，但大致在 $-0.6 \sim -2^{\circ}\text{C}$  <sup>(15)</sup>。影響凍結點的因素有：(1)溶質之摩爾濃度；(2)死活；(3)部位及(4)自家消化等 <sup>(16)</sup>。大竹 <sup>(13)</sup> 指出魚類之凍結點有隨鮮度之下降（K 值之上升）、抽出物含量之增加，以及粗灰分之影響最大，抽出物含量次之。

#### (一)黑鯛之凍結點

測定 9 尾黑鯛之背肉及其中 5 尾之尾肉的凍結點（表 4、表 5），由統計分析可知：(1)不論是背肉或尾肉，其凍結點因個體而有顯著的差異（ $\alpha = 0.05$ ）；(2)就平均值而言，尾肉之凍結點（ $-1.02^{\circ}\text{C}$ ）低於背肉者（ $-0.79^{\circ}\text{C}$ ）；(3)反覆之凍結解凍，即第 1、2、3 次之凍結，對於其凍結點之影響並無顯著的差異，由凍結次數與凍結點之相關係數亦可知兩者之間有些呈正相關，有些則呈負相關

表 2 凍結點調查用漁獲物之體長、體重、肥滿度、生產量值順位及單價

Table 2 The body length, body weight, maturity, and production quantity, value and price of the fishes used for the survey of their freezing points.

Fish species	No. of sample (n)	Average	Average	Average	Production in 1989 <sup>(9)</sup>		
		body weight (g)	body length (cm)	maturity (kg/m <sup>2</sup> )	Quantity (ton)	Value (thousand N.T.\$)	Price (N.T.\$/kg)
		Mean	Mean	Mean	Order	Order	
Black sea-bream	10	118.05	18.69	16.65	634	119,358	188
		80.08	3.66	0.89	88	71	
Horse mackerel	9	179.12	25.40	10.91	180	8,255	46
		23.51	1.32	0.78	104	110	
Big-eye	10	99.98	20.02	12.68	6,109	310,043	51
		15.83	1.64	1.52	39	44	
Milkfish	6	707.71	35.27	16.07	21,159	1,000,169	47
		93.28	1.35	0.77	12	16	
Grey mullet	8	674.10	38.38	11.92	2,193	467,987	213
		73.72	1.46	0.93	66	34	
Spotted mullet	10	438.56	33.14	11.58	33,016	753,727	23
		158.38	2.83	1.15	9	22	
Bonito	3	1,439.11	47.80	13.20	52,014	1,142,572	22
		45.59	1.25	0.85	4	13	
Tilapia	7	666.21	31.93	20.32	47,089	1,520,669	32
		123.51	2.05	1.55	5	10	
Red horsehead	4	699.07	39.12	11.57	382	30,685	80
		122.00	2.15	0.36	100	98	
Kuruma prawn	18	19.14	15.63	5.52	11,935	3,990,307	334
		4.11	2.12	2.03	24	4	
Small abalone	9	12.69 <sup>a</sup>	4.33 <sup>b</sup>	7.36 <sup>c</sup>	1,034	554,635	536
		1.96	0.38	2.32	78	28	

a : The average of total weight (g).

b : The average of shell weight (g).

c : The average of meat weight (g).

，整體而言，其相關性極低（相關係數  $r$ ：背肉為 0.1738，尾肉為 0.1076）。在第 1 次凍結前，黑鯛是活的，故由第 2 和第 3 兩次凍結之結果可知，活或死對其凍結點並無明顯的影響。

表3 既有文獻中若干魚類之凍結點

Table 3 The reported freezing points of some fishes.

魚	種	凍 結 點	參 考 文 獻
	Fish species	Freezing point (°C)	Reference
魚 肉	Fish meat	-0.6 ~ -2.0	15
吳 郭 魚	Tilapia	-0.8 ~ -0.9	14
鯉 魚	Carp	-1.3	6
		-0.84	13
		-0.7	16
海 鰻	Pike eel	-1.95	6
		-2.0	16
		-0.96	13
大嘴康吉鰻	Bigmouth conger	-1.32	13
鱈 魚	Cod	-1.0	6,16
歐氏六線魚	Fat greenling	-0.90	13
鯧 魚	Sardine	-1.3	6,16
青 甘 鱈	Yellow tail	-1.2	6
真 鱈	Horse mackerel	-1.17	13
真 鯖	Common mackerel	-1.23	13
鯉 魚	Bonito / Skipjack tuna	-2.0	6,16
鮪 魚	Tuna	-1.3	6,16
秋 刀 魚	Pacific saury	-1.33	13
絨杜父魚	Sea raven	-0.86	13
大比目魚	Flounder / Halibut	-0.9	6
比 目 魚	Japanese flounder	-1.12	13
鱈 魚	Sole	-1.95	6
香 梭 魚	Red barracuda	-1.12	13
百 甲 魚	Sand gurnard	-1.18	13
刺 尾 魚	Surgeon-fish	-1.09	13
鱈 魚	Sea bass	-1.16	13
蟹	Crab	-2.0	6
刺 沽	A freshwater shrimp	-2.0	6
刺 贛	Oyster	-2.0	16
鯨 肉	Whale meat	-1.0	17
		( Average - 1.0 )	
貝 類	Shellfishes	-1.0	17
		( Average - 1.0 )	
高滲透壓魚類	Hypertonic fishes		17
大部分淡水魚	Most freshwater fishes	1.0 ~ -1.0	
		( Average - 0.5 )	17
等滲透壓魚類	Isotonic fishes		
底棲性海水魚	Benthic seawater fishes	-1.5 ~ -2.5	
		( Average - 2.0 )	17
低滲透壓魚類	Hypotonic fishes		
洄游性海水魚	Migratory seawater fishes	-0.5 ~ -1.5	
		( Average - 1.0 )	

表 4 黑鯛之凍結點——依樣本數目區分  
 Table 4 The freezing point of black sea-bream (*Acanthopagrus schlegelii*) depending on the number of sample.

Code of sample	No. of sample ( n )	Freezing times	Average ( mean $\pm$ S.D. )	Significance ( $\alpha = 0.05$ )			Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
				n=4	n=5	n=9	
<b>Dorsal muscle</b>							
1	1	3	-0.74 $\pm$ 0.00	a	a	a	-0.5130
2	1	3	-0.84 $\pm$ 0.01	c	bc	abcd	0.7560
3	1	3	-0.76 $\pm$ 0.02	ab	ab	a	0.8055
4	1	3	-0.81 $\pm$ 0.05	bc	abc	abc	0.5112
5	1	3	-0.78 $\pm$ 0.14		ab	ab	0.9286
6	1	3	-0.75 $\pm$ 0.01		ab	a	0.8660
7	1	3	-0.78 $\pm$ 0.02		ab	ab	-0.8660
8	1	3	-0.87 $\pm$ 0.02		c	abcd	0.5000
9	1	3	-0.81 $\pm$ 0.02		abc	abc	0.8660
Average	4	3	-0.79 $\pm$ 0.06				-0.1879
	9	3	-0.79 $\pm$ 0.06				0.1738
<b>Tail muscle</b>							
1	1	3	-0.01 $\pm$ 0.10	a	ab	bc	0.8897
2	1	3	-0.24 $\pm$ 0.33	a	b	c	0.8584
3	1	3	-0.86 $\pm$ 0.01	a	a	abcd	0.0000
4	1	3	-0.97 $\pm$ 0.25	a	ab	bcd	0.9559
5	1	3	-0.01 $\pm$ 0.01		ab	d	0.8660
Average	4	3	-0.02 $\pm$ 0.23				0.5112
	5	3	-0.02 $\pm$ 0.20				0.1076
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>							
Average	4 + 4	3	-0.90 $\pm$ 0.20				0.0518
	9 + 5	3	-0.87 $\pm$ 0.17				0.0841

表5 黑鯛之凍結點——依凍結次數區分

Table 5 The freezing point of black sea-bream (*Acanthopagrus schlegelii*) depending on freezing times.

Freezing time	No. of sample (n)	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )		Correlation coefficient (r)	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
			n=4	n=5		
<b>Dorsal muscle</b>						
1	4	-0.78 $\pm$ 0.04	a		-0.3523	
	9	-0.81 $\pm$ 0.07		a	-0.3117	
2	4	-0.78 $\pm$ 0.05	a		0.1019	
	9	-0.78 $\pm$ 0.05		a	-0.3812	
3	4	-0.79 $\pm$ 0.05	a		-0.7530	
	9	-0.79 $\pm$ 0.06		a	-0.1640	
Average	4	-0.79 $\pm$ 0.06			-0.3259	
	9	-0.79 $\pm$ 0.06			-0.2698	
<b>Tail muscle</b>						
1	4	-1.09 $\pm$ 0.38	a		0.5552	
	5	-1.07 $\pm$ 0.33		a	0.4718	
2	4	-0.96 $\pm$ 0.11	a		0.8565	
	5	-0.97 $\pm$ 0.10		a	0.3816	
3	4	-1.02 $\pm$ 0.23	a		-0.6596	
	5	-1.02 $\pm$ 0.15		a	-0.4767	
Average	4	-1.02 $\pm$ 0.23			0.2400	
	5	-1.02 $\pm$ 0.20			0.1792	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>						
1	4+4	-0.93 $\pm$ 0.30		a	-0.3280	0.5609
	9+5	-0.90 $\pm$ 0.23			-0.4229	
2	4+4	-0.87 $\pm$ 0.13		a	-0.5175	0.3929
	9+5	-0.85 $\pm$ 0.11			-0.7131	
3	4+4	-0.91 $\pm$ 0.17		a	-0.8119	0.9096
	9+5	-0.87 $\pm$ 0.15			-0.7163	
Average	4+4	-0.90 $\pm$ 0.20			-0.4689	0.5112
	9+5	-0.87 $\pm$ 0.17			-0.5517	



### (二) 扁甲鰻之凍結點

測定 7 尾扁甲鰻（鐵甲）之背肉凍結點及其中 5 尾之尾肉凍結點（表 6、7），由統計分析知：(1)不論是背肉或尾肉，其凍結點亦因個體而有顯著差異；(2)平均而言，背肉和尾肉之凍結點很接近，分別為  $-0.88$  和  $-0.96$   $^{\circ}\text{C}$ ；(3)反覆之凍結解凍對凍結點亦無顯著的影響，由相關係數（背肉為  $0.2105$ ，尾肉為  $0.0798$ ）亦可獲知，但所得數據有隨凍結解凍之次數而上升之趨勢，此與黑鯛之凍結點略有差異；(4)尾肉之凍結點（ $-0.96$   $^{\circ}\text{C}$ ）低於黑鯛者（ $-1.02$   $^{\circ}\text{C}$ ），而背肉之凍結點（ $-0.88$   $^{\circ}\text{C}$ ）亦低於黑鯛者（ $-0.79$   $^{\circ}\text{C}$ ）；(5)扁甲鰻之凍結點較真鰻<sup>(13)</sup>之  $-1.17$   $^{\circ}\text{C}$ （表 3）為高。

### (三) 紅目鱧之凍結點

測定 10 尾紅目鱧背肉之凍結點（表 8、表 9），由統計分析可知：(1)由每尾 3 次凍結點之平均值（ $-0.59$  ~  $-0.78$   $^{\circ}\text{C}$ ）知，凍結點亦因個體而異；(2)由 10 尾背肉各次凍結點之平均值知，不同次之凍結點間並無明顯的差異；(3)整體而言，紅目鱧背肉之凍結點（ $-0.72$   $^{\circ}\text{C}$ ）高於黑鯛或扁甲鰻之背肉或尾肉之凍結點；(4)由每尾紅目鱧背肉凍結點之 3 次測定值與凍結次數之相關係數知，兩者並無一致的相關性，整體而言，相關性甚低（ $r = 0.2559$ ）。

### (四) 虱目魚之凍結點

測定 6 尾虱目魚的背肉和尾肉之凍結點（表 10、表 11），經統計分析可知：(1)每尾 3 次凍結點之平均值顯示，不論是背肉或尾肉，概無顯著的差異，故無個體或部位之差異存在；(2)10 尾的背肉或尾肉之 3 次凍結點之平均值顯示，背肉方面略有差異，但尾肉方面則無顯著的差異。由背肉和尾肉之凍結點和凍結次數間之相關性知，背肉方面呈正相關，但相關性甚低（ $r = -0.2108$ ），而尾肉方面則呈負相關性（ $r = -0.3527$ ）。

### (五) 鱸魚之凍結點

鱸魚（俗稱烏魚）每年冬至前後洄游到本省西部沿海，給漁民帶來相當的財富，烏魚子更是名貴的水產食品，甚受喜食。自 79 年 1 月 4 日至 3 月 16 日測定 7 尾鱸魚的背肉凍結點及其中 4 尾的尾肉凍結點（表 12、表 13），平均值分別為  $-0.77$  和  $-0.83$   $^{\circ}\text{C}$ ，由統計分析知：(1)不論是背肉或尾肉，個體間都有明顯的差異，背肉 3 次凍結點之平均值為  $-0.65$  ~  $-0.94$   $^{\circ}\text{C}$ ，尾肉者為  $-0.73$  ~  $-0.90$   $^{\circ}\text{C}$ ；(2)3 次凍結之凍結點之個別平均值，不論是背肉或尾肉，都沒有明顯的差異；(3)7 尾背肉的 3 次凍結點或 4 尾尾肉的 3 次凍結點，與凍結次數間之相關性極低，分別為  $r = 0.1936$  和  $0.2509$ ；(4)由同時測定的 4 尾鱸魚的背肉和尾肉之凍結點，兩者之相關性極高（ $r = 0.6382$ ），但每尾之相關性差異却蠻大的（ $r = 0.2402$  ~  $0.6547$ ）。

### (六) 花腹鯖之凍結點

測定 10 尾花腹鯖的背肉凍結點和其中 6 尾的尾肉凍結點（表 14、表 15），由統計分析顯示：(1)不論是背肉或尾肉，個體間有很明顯的差異；(2)部位間之差異亦極明顯；(3)3 次凍結點，不論是背肉或尾肉，均無明顯的差異；(4)尾肉之平均凍結點（ $-1.12$   $^{\circ}\text{C}$ ）略低於背肉者（ $-1.02$   $^{\circ}\text{C}$ ）；(5)凍結次數與每次平均凍結點之相關性，不論是背肉或尾肉都很低（ $r = 0.1269$  和  $0.0234$ ）；(6)花腹鯖之凍結點較真鯖<sup>(13)</sup>之  $-1.23$   $^{\circ}\text{C}$ （表 3）為高。

### (七) 正鯉之凍結點

正鯉的凍結點在測定時，與其他魚種不同，係在背部測 3 個位置之凍結點及 1 處尾部之凍結點，樣本數只有 3 尾，在統計分析上較為複雜（表 16、表 17），結果顯示：(1)背肉之凍結點，依測定位置分析，第 1、2 尾的 3 次凍結點平均值間並無明顯的差異，但第 3 尾則有明顯的差異，背肉凍結點之總平均值為  $-1.03$   $^{\circ}\text{C}$ ；(2)背肉之測定位置與凍結次數間呈負相關（ $r = -0.4020$ ），整體而言，測定位置之凍結點間有差異，但在同一次凍結時，位置間却無明顯的差異；(3)整體而言，背肉凍結點之位置差異，係源於個體之差異（ $r = 0.5611$ ）；(4)整體而言，凍結次數和背肉凍結點間之相關

表 6 扁甲鯷之凍結點——依樣本數目區分

Table 6 The freezing point of horse mackerel (*Megaluspis cordyla*) depending on the number of sample.

Code of sample	No. of sample (n)	Freezing times	Average (mean ± S.D.)	Significance ( $\alpha=0.05$ )			Correlation coefficient (r)	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
				n=5	n=7	n=5+5 n=7+5		
<b>Dorsal muscle</b>								
1	1	3	-0.95 ± 0.02	d	e	ef	0.9608	—
2	1	3	-0.86 ± 0.03	b	bc	bc	0.9449	-0.9449
3	1	3	-0.94 ± 0.02	cd	de	e	0.6547	0.4193
4	1	3	-0.91 ± 0.02	c	d	de	0.5000	0.9820
5	1	3	-0.78 ± 0.01	a	a	a	0.8660	0.9878
6	1	3	-0.88 ± 0.02		c	cd	0.9820	
7	1	3	-0.83 ± 0.02		b	b	0.8660	
Average	5	3	-0.89 ± 0.07				0.1903	
	7	3	-0.88 ± 0.06				0.2105	
<b>Tail muscle</b>								
1	1	3	-1.06 ± 0.00	c		g	—	
2	1	3	-1.08 ± 0.02	c		g	-1.0000	
3	1	3	-0.87 ± 0.04	a		cd	-0.9608	
4	1	3	-0.83 ± 0.02	a		b	0.3273	
5	1	3	-0.98 ± 0.03	b		f	0.7777	
Average	5	3	-0.96 ± 0.11				0.0798	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>								
Average	5 + 5	3	-0.93 ± 0.10				0.1084	-0.2096
	7 + 5	3	-0.91 ± 0.09				0.1163	

表7 扁甲鯷之凍結點——依凍結次數區分

Table 7 The freezing point of horse mackerel (*Megaluspis cordyla*) depending on freezing times.

Freezing time	No. of sample (n)	Average (mean ± S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )		Correlation coefficient (r)	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
			n=5	n=7		
<b>Dorsal muscle</b>						
1	5	-0.90 ± 0.07	a		0.6953	
	7	-0.89 ± 0.06		a	0.6223	
2	5	-0.88 ± 0.07	a		0.7030	
	7	-0.87 ± 0.06		a	0.6321	
3	5	-0.87 ± 0.07	a		0.5466	
	7	-0.86 ± 0.06		a	0.5408	
Average	5	-0.89 ± 0.07			0.6371	
	7	-0.88 ± 0.06			0.5853	
<b>Tail muscle</b>						
1	5	-0.98 ± 0.10	a		0.4893	
2	5	-0.95 ± 0.12	a		0.6241	
3	5	-0.96 ± 0.12	a		0.5762	
Average	5	-0.96 ± 0.11			0.5618	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>						
1	5 + 5	-0.94 ± 0.09		a	-0.1491	-0.2560
	7 + 5	-0.93 ± 0.09		a	-0.2148	
2	5 + 5	-0.92 ± 0.10		a	-0.0313	-0.1044
	7 + 5	-0.91 ± 0.10		a	-0.1074	
3	5 + 5	-0.92 ± 0.11		a	-0.1430	-0.3441
	7 + 5	-0.90 ± 0.10		a	-0.2092	
Average	5 + 5	-0.93 ± 0.10			-0.1060	-0.2096
	7 + 5	-0.91 ± 0.17			-0.1748	

表 8 紅目鱧之凍結點——依樣本數目區分

Table 8 The freezing point of big-eye (*Princanthus macracanthus*) depending on the number of sample.

Code of sample	No. of sample (n)	Freezing times	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ ) n = 10	Correlation coefficient (r)
Dorsal muscle					
1	1	3	-0.78 $\pm$ 0.07	d	1.0000
2	1	3	-0.63 $\pm$ 0.06	ab	0.96 <sup>93</sup>
3	1	3	-0.72 $\pm$ 0.02	cd	-0.6547
4	1	3	-0.59 $\pm$ 0.01	a	0.8660
5	1	3	-0.76 $\pm$ 0.01	b	-0.5000
6	1	3	-0.74 $\pm$ 0.07	cd	0.5379
7	1	3	-0.76 $\pm$ 0.04	d	0.9608
8	1	3	-0.68 $\pm$ 0.00	bc	—
9	1	3	-0.77 $\pm$ 0.05	d	0.7559
10	1	3	-0.76 $\pm$ 0.02	d	-0.6547
Average	10	3	-0.72 $\pm$ 0.07		0.2630

表 9 紅目鱧之凍結點——依凍結次數區分

Table 9 The freezing point of big-eye (*Princanthus macracanthus*) depending on freezing times.

Freezing time	No. of sample (n)	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )	Correlation coefficient (r)
Dorsal muscle				
1	10	-0.74 $\pm$ 0.08	a	-0.1154
2	10	-0.71 $\pm$ 0.0	a	-0.2240
3	10	-0.70 $\pm$ 0.07	a	-0.4712
Average	10	-0.72 $\pm$ 0.07		-0.2559

表 10 虱目魚之凍結點——依樣本數目區分

Table 10 The freezing point of milkfish (*Chanos chanos*) depending on the number of sample.

Code of sample	No. of sample (n)	Freezing times	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha=0.05$ ) n=6 n=6+6	Correlation coefficient (r)	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
<b>Dorsal muscle</b>						
1	1	3	-1.05 $\pm$ 0.04	a	-0.2774	0.9707
2	1	3	-1.02 $\pm$ 0.05	a	-0.7406	-0.7639
3	1	3	-1.08 $\pm$ 0.15	a	-0.8486	0.9994
4	1	3	-1.06 $\pm$ 0.02	a	-0.9820	0.1429
5	1	3	-1.00 $\pm$ 0.01	a	-0.5000	0.0596
6	1	3	-1.01 $\pm$ 0.03	a	0.5000	-0.7559
Average	6	3	-1.04 $\pm$ 0.06		-0.3858	
<b>Tail muscle</b>						
1	1	3	-1.07 $\pm$ 0.04	b	-0.5000	
2	1	3	-0.88 $\pm$ 0.04	a	0.1321	
3	1	3	-1.00 $\pm$ 0.01	ab	-0.8660	
4	1	3	-1.02 $\pm$ 0.02	b	-0.3273	
5	1	3	-1.08 $\pm$ 0.17	b	0.8347	
6	1	3	-1.08 $\pm$ 0.03	b	0.1890	
Average	6	3	-1.02 $\pm$ 0.10		0.1762	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>						
Average	6 + 6	3	-1.03 $\pm$ 0.08		-0.0473	-0.0146

Table 11 The freezing point of milkfish (*Chanos chanos*) depending on freezing times.

Freezing time	No. of sample (n)	Average (mean ± S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ ) n=6 n=6+6	Correlation coefficient	Correlation coefficient between
				(r)	dorsal & tail muscles
<b>Dorsal muscle</b>					
1	6	-1.03 ± 0.03	ab	0.0951	
2	6	-1.00 ± 0.03	a	0.0873	
3	6	-1.08 ± 0.09	b	0.4251	
Average	6	-1.04 ± 0.06		0.2108	
<b>Tail muscle</b>					
1	6	-1.05 ± 0.13	a	-0.4959	
2	6	-1.01 ± 0.06	a	-0.4857	
3	6	-1.01 ± 0.09	a	-0.1096	
Average	6	-1.02 ± 0.10		-0.3527	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>					
1	6 + 6	-1.04 ± 0.09	a	-0.2677	0.0266
2	6 + 6	-1.01 ± 0.05	a	-0.2331	0.2298
3	6 + 6	-1.05 ± 0.09	a	-0.4452	-0.0112
Average	6 + 6	-1.03 ± 0.08		-0.0209	-0.0473

表 12 鱧魚之凍結點——依樣本數目區分

Table 12 The freezing point of grey mullet (*Mugil cephalus*) depending on the number of sample.

Code of sample	No. of sample (n)	Freezing times	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )		Correlation coefficient (r)	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
				n=4	n=7		
<b>Dorsal muscle</b>							
1	1	3	-0.94 $\pm$ 0.18	b	c	0.8515	0.3326
2	1	3	-0.78 $\pm$ 0.02	ab	ab	0.3273	0.4768
3	1	3	-0.82 $\pm$ 0.02	ab	bc	-0.9820	0.6547
4	1	3	-0.72 $\pm$ 0.02	a	abc	0.0000	0.2402
5	1	3	-0.78 $\pm$ 0.07	ab	bc	-0.9286	
6	1	3	-0.70 $\pm$ 0.11	ab	ab	0.9572	
7	1	3	-0.65 $\pm$ 0.06	a	a	-0.2638	
Average	4	3	-0.81 $\pm$ 0.11			0.3025	
	7	3	-0.77 $\pm$ 0.11			0.1936	
<b>Tail muscle</b>							
1	1	3	-0.90 $\pm$ 0.03	b	bc	0.7777	
2	1	3	-0.78 $\pm$ 0.07	a	ab	0.9867	
3	1	3	-0.89 $\pm$ 0.01	b	bc	-0.5000	
4	1	3	-0.73 $\pm$ 0.02	a	a	0.2402	
Average	4	3	-0.83 $\pm$ 0.06			0.2509	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>							
Average	4 + 4	3	-0.82 $\pm$ 0.10			0.2767	0.6382
	7 + 4	3	-0.79 $\pm$ 0.11			0.1999	

表 13 鱈魚之凍結點——依凍結次數區分

Table 13 The freezing point of grey mullet (*Mugil cephalus*) depending on freezing times.

Freezing time	No. of sample (n)	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )		Correlation coefficient (r)	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
			n=4	n=7		
<b>Dorsal muscle</b>						
1	4	-0.87 $\pm$ 0.18	a		0.8352	
	7	-0.81 $\pm$ 0.15		a	0.7218	
2	4	-0.78 $\pm$ 0.05	a		0.6719	
	7	-0.72 $\pm$ 0.09		a	0.8925	
3	4	-0.74 $\pm$ 0.07	a		0.7007	
	7	-0.76 $\pm$ 0.09		a	0.6081	
Average	4	-0.81 $\pm$ 0.11			0.6248	
	7	-0.77 $\pm$ 0.11			0.6750	
<b>Tail muscle</b>						
1	4	-0.85 $\pm$ 0.07	a		0.8142	
2	4	-0.82 $\pm$ 0.10	a		0.6924	
3	4	-0.81 $\pm$ 0.09	a		0.2626	
Average	4	-0.83 $\pm$ 0.08			0.5545	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>						
1	4+4	-0.86 $\pm$ 0.13		a	0.4333	0.6382
	7+4	-0.83 $\pm$ 0.13		a	0.2677	
2	4+4	-0.80 $\pm$ 0.07		a	0.0741	0.9940
	7+4	-0.76 $\pm$ 0.10		a	0.0095	
3	4+4	-0.80 $\pm$ 0.07		a	0.1201	0.8063
	7+4	-0.78 $\pm$ 0.09		a	0.0736	
Average	4+4	-0.82 $\pm$ 0.10			0.2320	0.6382
	7+4	-0.79 $\pm$ 0.11			0.1263	



表 14 花腹鱈之凍結點——依樣本數目區分

Table 14 The freezing point of spotted m kerel ( *platus* ) depending on the number of sample.

Code of sample	No. of sample ( n )	Freezing times	Average ( mean $\pm$ S.D. )	Significance ( $\alpha = 0.05$ )		Correlation coefficient	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
				n=6	n=10		
<b>Dorsal muscle</b>							
1	1	3	-1.10 $\pm$ 0.01	bc	cde	0.8660	-0.5000
2	1	3	-1.20 $\pm$ 0.06	d	e	-0.8171	0.9696
3	1	3	-0.97 $\pm$ 0.01	a	b	-0.5000	0.6547
4	1	3	-1.12 $\pm$ 0.03	c	de	-0.1555	-0.9490
5	1	3	-1.05 $\pm$ 0.02	b	bcd	0.9820	0.8910
6	1	3	-1.08 $\pm$ 0.01	bc	cd	1.0000	-0.9820
7	1	3	-1.00 $\pm$ 0.01	bc	bc	0.8660	-0.9820
8	1	3	-0.80 $\pm$ 0.04	a	a	.9966	
9	1	3	-0.83 $\pm$ 0.17	a	a	.8660	
10	1	3	-1.06 $\pm$ 0.02	bcd	bcd	0.7206	
Average	6	3	-1.08 $\pm$ 0.08			-0.0282	
	10	3	-1.02 $\pm$ 0.13			0.1269	
<b>Tail muscle</b>							
1	1	3	-1.09 $\pm$ 0.03	bc	c	-0.8660	
2	1	3	-1.04 $\pm$ 0.03	ab	bc	-0.9333	
3	1	3	-0.93 $\pm$ 0.03	a	a	-0.9820	
4	1	3	-1.34 $\pm$ 0.19	bc	f	0.4590	
5	1	3	-1.08 $\pm$ 0.04	d	c	0.9608	
6	1	3	-1.21 $\pm$ 0.02	e	e	-0.9820	
Average	6	3	-1.12 $\pm$ 0.15			0.0234	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>							
Average	6 + 6	3	-1.10 $\pm$ 0.12			0.0059	0.2987
	10 + 6	3	-1.06 $\pm$ 0.14			0.0802	

表 15 花腹鯖之凍結點——依凍結次數區分

Table 15 The freezing point of spotted mackerel (*Scomber tapeinocephalus*) depending on freezing times.

Freezing times	No. of sample (n)	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )		Correlation coefficient (r)	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
			n=6	n=10		
<b>Dorsal muscle</b>						
1	6	-1.09 $\pm$ 0.07	a		0.1326	
	10	-1.05 $\pm$ 0.10		a	0.4111	
2	6	-1.07 $\pm$ 0.07	a		0.2516	
	10	-1.00 $\pm$ 0.14		a	0.6181	
3	6	-1.09 $\pm$ 0.10	a		0.3712	
	10	-1.01 $\pm$ 0.16		a	0.6382	
Average	6	-1.08 $\pm$ 0.08			0.2602	
	10	-1.02 $\pm$ 0.13			0.5562	
<b>Tail muscle</b>						
1	6	-1.10 $\pm$ 0.15		a	-0.5087	
2	6	-1.15 $\pm$ 0.21		a	-0.3112	
3	6	-1.10 $\pm$ 0.09		a	-0.3918	
Average	6	-1.12 $\pm$ 0.15			-0.3687	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>						
1	6 + 6	-1.10 $\pm$ 0.11		a	-0.2101	0.5210
	10 + 6	-1.07 $\pm$ 0.12			-0.1571	
2	6 + 6	-1.11 $\pm$ 0.15		a	-0.2914	0.2782
	10 + 6	-1.05 $\pm$ 0.18			-0.2136	
3	6 + 6	-1.10 $\pm$ 0.09		a	-0.0140	0.3282
	10 + 6	-1.04 $\pm$ 0.14			-0.0163	
Average	6 + 6	-1.10 $\pm$ 0.12			-0.1907	0.2987
	10 + 6	-1.06 $\pm$ 0.14			-0.1319	

表 16 正鯉之凍結點——依樣本數目和位置區分

Table 16 The freezing point of bonito (*Katsuwonus pelamis*) depending on the number and part of the sample.

Code of sample	No. of sample (n)	Part* (p)	Freezing times	Average (mean ± S.D.)	Significance (α = 0.05)			Correlation coefficient (r)
					n=1 p=3	n=3 p=2	n=3 p=3 Average	
<b>Dorsal muscle</b>								
1	1	1	3	-1.16 ± 0.09	a	a		-1.0000
		2	3	-1.07 ± 0.03	a	b		0.0000
		3	3	-1.12 ± 0.01	a	a		0.8660
			Average	-1.12 ± 0.06			a	-0.3945
2	1	1	3	-0.99 ± 0.06	a	a		0.9387
		2	3	-0.99 ± 0.03	a	a		0.9449
		3	3	-1.07 ± 0.06	a	a		-0.2402
			Average	-1.02 ± 0.06			a	0.3152
3	1	1	3	-0.79 ± 0.04	a	a		-1.0000
		2	3	-1.05 ± 0.02	b	ab		0.9608
		3	3	-1.07 ± 0.05	b	a		-0.5000
			Average	-0.97 ± 0.14			a	-0.1769
Average	3	1	3	-0.98 ± 0.17		a		0.9402
		2	3	-1.04 ± 0.04		ab		0.2347
		3	3	-1.09 ± 0.05		a		0.4795
			Average	-1.03 ± 0.11				0.5611
<b>Tail muscle</b>								
1	1	1	3	-1.13 ± 0.01	ab			0.8660
		2	3	-1.08 ± 0.06	a			-0.8660
		3	3	-1.24 ± 0.09	b			-0.9522
			Average	-1.15 ± 0.09				-0.4413

\* : The dorsal muscle is divided equally into three parts, i.e., near the head ( Part 1 ), in the middle ( Part 2 ) and near the tail ( Part 3 ).

表 17 正鯷之凍結點——依樣品編號和凍結次數區分  
 Table 17 The freezing point of bonito (*Katsuwonus pelamis*) depending on code of sample and freezing times.

Code of sample	Freezing times	No. of sample (n)	Average (mean ± S.D.)	Significance (α = 0.05) n=3 n=3+3	Correlation coefficient (r)			
					Dorsal-Time	Tail-Time	Dorsal-Tail	Dorsal-Tail
Based on code of sample								
Dorsal muscle					Dorsal-Time	Tail-Time	Dorsal-Tail	Dorsal-Tail
1	3	1	-1.12 ± 0.05	a	0.4435	0.8660	-0.0640	-0.0640
2	3	1	-1.02 ± 0.05	a	-0.8660	-0.8660	0.5000	0.5000
3	3	1	-0.97 ± 0.16	a	-0.8963	-0.9522	0.7180	0.7180
Average	3	3	-1.03 ± 0.11		-0.4335	-0.4413	0.0494	0.0494
1	1	3	-0.98 ± 0.19	a				
2	2	3	-1.04 ± 0.04	a				
3	3	3	-1.09 ± 0.03	a				
Average		3	-1.03 ± 0.11					
Based on freezing times								
Tail muscle					Dorsal-Sample	Tail-Sample	Dorsal-Tail	Dorsal-Tail
1	3	1	-1.13 ± 0.01	ab	0.9989	-0.2402	-0.2853	-0.2853
2	3	1	-1.08 ± 0.06	a	0.2402	-0.8109	0.3733	0.3733
3	3	1	-1.24 ± 0.09	b	0.8660	-0.8660	-0.5000	-0.5000
Average	3	3	-1.15 ± 0.09		0.5960	-0.5517	0.0494	0.0494
1	1	3	-1.10 ± 0.08	a				
2	2	3	-1.15 ± 0.05	a				
3	3	3	-1.20 ± 0.13	a				
Average		3	-1.15 ± 0.09					
Dorsal muscle + Tail muscle								
Dorsal muscle + Tail muscle								
1	1	3	-1.04 ± 0.15	a				
2	2	3	-1.09 ± 0.08	a				
3	3	3	-1.14 ± 0.10	a				
Average		3	-1.09 ± 0.11					

性殆無 ( $r = -0.0879$ ) ; (5)尾肉之凍結點有個體之差異存在，然其 3 次凍結點平均值 ( $-1.10$ 、 $-1.15$  和  $-1.20$  °C) 間則無明顯的差異，其總平均值 ( $-1.15$  °C) 低於背肉者 ( $-1.03$  °C)，且亦低於黑鯛、扁甲鯪、虱目魚、鱸魚或花腹鯖者。

(六)吳郭魚之凍結點

測定 7 尾吳郭魚的背肉和尾肉之凍結點 (表 18、表 19)，平均值分別為  $-0.59$  和  $-0.57$  °C，由統計分析知：(1)背肉之凍結點因個體而有顯著的差異，但尾肉之差異則很少，除第 6 尾偏低外，其他 6 尾均無明顯的差異；(2)整體而言，凍結點隨凍結次數而降低，背肉和尾肉都有相同的趨勢，但依樣品數目區分兩者均呈負相關 ( $r = -0.4875$  和  $-0.4701$ )，第 1 次凍結點平均值和第 2、3 次凍結點平均值間有明顯的差異，但第 2、3 次凍結點平均值間則無差異存在；(3)整體而言，背肉凍結點和尾肉凍結點略呈正相關 ( $r = 0.3583$ )，個體間除第 5 尾 ( $r = 0.2649$ ) 外，其他均呈高度之正相關 ( $r = 0.8816 \sim 0.9997$ )。

表 18 吳郭魚之凍結點——依樣本數目區分

Table 18 The freezing point of tilapia (*Tilapia* sp.) depending on the number of sample.

Code of sample	No. of sample (n)	Freezing times	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )		Correlation coefficient (r)	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
				n=7	n=7+7		
<b>Dorsal muscle</b>							
1	1	3	$-0.55 \pm 0.09$	ab	b	$-0.8660$	0.9966
2	1	3	$-0.51 \pm 0.06$	a	b	$-0.9078$	0.8816
3	1	3	$-0.77 \pm 0.06$	c	d	$-0.7680$	0.8620
4	1	3	$-0.65 \pm 0.07$	bc	bcd	$-0.9762$	0.9997
5	1	3	$-0.57 \pm 0.08$	ab	b	$-0.9209$	0.2649
6	1	3	$-0.53 \pm 0.05$	a	b	$-0.8660$	0.9966
7	1	3	$-0.58 \pm 0.06$	ab	b	$-0.9387$	0.9869
Average	7	3	$-0.59 \pm 0.10$			$-0.4875$	0.3583
<b>Tail muscle</b>							
1	1	3	$-0.54 \pm 0.06$	b	b	$-0.8220$	
2	1	3	$-0.61 \pm 0.25$	b	bcd	$-0.9983$	
3	1	3	$-0.59 \pm 0.07$	b	bc	$-0.9867$	
4	1	3	$-0.57 \pm 0.07$	b	b	$-0.9707$	
5	1	3	$-0.75 \pm 0.04$	b	cd	$-0.1321$	
6	1	3	$-0.32 \pm 0.12$	a	a	$-0.8220$	
7	1	3	$-0.63 \pm 0.09$	b	bcd	$-0.9820$	
Average	7	3	$-0.57 \pm 0.16$			$-0.4701$	
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>							
Average	7+7	3	$-0.58 \pm 0.13$			0.0666	$-0.4701$

表 19 吳郭魚之凍結點——依凍結次數區分

Table 19 The freezing point of tilapia (*Tilapia* sp.) depending on freezing times.

Freezing times	No. of sample (n)	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )		Correlation coefficient (r)	Correlation coefficient between dorsal & tail muscles
			n=7	n=7+7		
Dorsal muscle						
1	7	-0.52 $\pm$ 0.09	a		0.0951	
2	7	-0.63 $\pm$ 0.09	b		0.0873	
3	7	-0.64 $\pm$ 0.09	b		0.4251	
Average	7	-0.59 $\pm$ 0.10			0.2108	
Tail muscle						
1	7	-0.47 $\pm$ 0.17	a		-0.0092	
2	7	-0.60 $\pm$ 0.11	ab		-0.0134	
3	7	-0.65 $\pm$ 0.15	b		0.2443	
Average	7	-0.57 $\pm$ 0.16			0.0666	
Dorsal muscle + Tail muscle						
1	7+7	-0.49 $\pm$ 0.09	a		0.1727	0.2067
2	7+7	-0.61 $\pm$ 0.05	b		0.1475	0.1571
3	7+7	-0.64 $\pm$ 0.09	b		0.0537	0.0330
Average	7+7	-0.58 $\pm$ 0.08			0.1087	0.3583

## (九) 紅馬頭魚之凍結點

測定 4 尾紅馬頭魚的背肉 2 個位置和尾肉 1 個位置之凍結點 (表 20、表 21)，由統計分析知：(1) 不論是背肉或尾肉，個體之凍結點間有極顯著的差異 (尤其是尾肉)；(2) 整體而言，凍結次數和凍結點間，不論是背肉或尾肉，均無明顯的差異，凍結點分別為 -0.67、-0.68 和 -0.80°C，其相關性殆無 ( $r = 0.0296$ 、 $0.0537$  和  $0.0406$ )；(3) 依凍結樣品數區分同一魚體的背肉之第 1、2 位置之凍結和尾肉之凍結點間，有 3 尾呈正相關 (背肉第 1 位置之  $r = 0.5000$ 、 $0.3925$  和  $0.8660$ )，背肉第 2 位置之 ( $r = 0.9449$ 、 $0.9928$  和  $0.8660$ )，但有 1 尾則呈負相關 (第 1、2 位置都是  $r = -0.8660$ )，但整體而言，其相關性極低 ( $r = 0.0357$ )，背肉 2 個位置之凍結點呈正相關 ( $r = 0.6892$ )，其與尾肉凍結點之相關性則殆無 ( $r$  值分別為  $0.0316$  和  $0.0401$ )。

## (十) 斑節蝦之凍結點

測定 18 尾斑節蝦之凍結點 (表 22、表 23)，統計分析顯示：(1) 凍結點大都隨凍結次數而降低，相關係數  $r = -0.1916 \sim -1.0000$ ；(2) 3 次凍結點之平均值 (-1.22 ~ -1.98°C) 因個體而有極顯著的差異；(3) 整體而言，凍結點為 -1.63°C，較前述魚類之凍結點低很多，但 18 尾的 3 次凍結點之平均值 (-1.56、-1.64 和 -1.68°C) 間並無明顯的差異 ( $r = 0.1745$ 、 $0.0946$  和  $0.1532$ )。

## (十一) 九孔之凍結點

測定 18 粒九孔的貝柱之凍結點 (表 24、表 25)，統計分析顯示：(1) 每粒九孔的 3 次凍結點平均

表 20 紅馬頭魚之凍結點——依樣本數目和位置區分

Table 20 The freezing point of Red horsehead (*Branchiostegus japonicus japonicus*) depending on the number and part of the sample

Code of sample	No. of sample (n)	Part* (p)	Freezing times	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )				Correlation coefficient (r)
					n=4 p=1	n=4+4 p=2	n=4+4 p=1	n=4+4 p=2	
<b>Dorsal muscle</b>									
1	1	1	3	-0.61 $\pm$ 0.01	a	a	a	b	-0.8660
2	1	2	3	-0.56 $\pm$ 0.02	a	a	a	a	-0.3273
3	1	1	3	-0.62 $\pm$ 0.02	a	a	a	b	0.9820
4	1	2	3	-0.75 $\pm$ 0.05	c	c	cd	c	0.3273
Average	3	1	3	-0.85 $\pm$ 0.01	b	c	c	e	-0.8660
		2	3	-0.79 $\pm$ 0.02	c	c	d	d	0.0000
		1	3	-0.60 $\pm$ 0.02	a	a	a	ab	1.0000
		2	3	-0.62 $\pm$ 0.02	b	b	b	b	0.8660
		1	3	-0.67 $\pm$ 0.11					0.0296
		2	3	-0.68 $\pm$ 0.04					0.0537
<b>Tail muscle</b>									
1	1	1	3	-0.61 $\pm$ 0.01	a	a	a	b	0.0000
2	1	1	3	-1.02 $\pm$ 0.05	b	b	b	f	0.2116
3	1	1	3	-0.85 $\pm$ 0.01	c	c	c	c	0.5000
4	1	1	3	-0.73 $\pm$ 0.02	d	d	d	c	0.8660
Average	3	1	3	-0.80 $\pm$ 0.16					0.0406
<b>Dorsal muscle + Tail muscle</b>									
Average	4	1+2	3	-0.72 $\pm$ 0.14					0.0357

\* : The dorsal muscle is divided equally into two parts, i.e., near the head ( Part 1 ) and near the tail ( Part 2 ) .

表 21 紅馬頭魚之凍結點——依樣品編號和凍結次數區分  
 Table 21 The freezing point of Red horsehead (*Branchiostegus japonicus japonicus*) depending on code of sample and freezing times.

Code of sample	No. of sample (n)	Part* (p)	Freezing times	Average (mean ± S.D.)	Correlation coefficient (r)			
					Dorsal - Time	Tail - Time	Dorsal - Tail	Dorsal
Dorsal muscle	1	1	3	-0.61 ± 0.01	-0.8660	0.0000	0.5000	0.7559
	1	2	3	-0.56 ± 0.02	-0.3273		0.9449	
	1	1	3	-0.62 ± 0.02	0.9820	0.2116	0.3925	0.5000
	1	2	3	-0.75 ± 0.05	0.3273		0.9928	
	1	1	3	-0.85 ± 0.01	-0.8660	0.5000	-0.8660	0.5000
Tail muscle	1	2	3	-0.79 ± 0.02	0.0000		-0.8660	
	1	1	3	-0.60 ± 0.02	1.0000	0.8660	0.8660	0.8660
	1	2	3	-0.62 ± 0.02	0.8660		0.8660	
	4	1	3	-0.67 ± 0.11	0.0296	0.0406	0.2103	0.6892
	4	2	3	-0.68 ± 0.04	0.0537		0.8392	
					Based on freezing times			
Dorsal muscle	4	1	1	-0.80 ± 0.17	Dorsal - Sample p=1	Tail - Sample p=2	Dorsal - Tail p=1	Dorsal p=1, p=2
					-0.3102	-0.3864	0.3011	0.8237
					-0.1816	-0.0698	0.1512	0.5067
					-0.1380	-0.2902	0.1949	0.7816
					-0.2055	-0.2469	0.2102	0.6892
Tail muscle	4	1	3	-0.80 ± 0.16	Dorsal - Sample p=1	Tail - Sample p=2	Dorsal - Tail p=1	Dorsal p=1, p=2
					-0.3102	-0.3864	0.3011	0.8237
					-0.1816	-0.0698	0.1512	0.5067
					-0.1380	-0.2902	0.1949	0.7816
					-0.2055	-0.2469	0.2102	0.6892

\* : The same as shown in Table 20.



表 22 斑節蝦之凍結點——依樣本數目區分

Table 22 The freezing point of kuruma prawn (*Penaeus japonicus*) depending on the number of sample.

Code of sample	No. of sample (n)	Freezing times	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )	Correlation coefficient (r)
1	1	3	-1.63 $\pm$ 0.07	efg	0.4271
2	1	3	-1.98 $\pm$ 0.14	j	-0.8660
3	1	3	-1.74 $\pm$ 0.01	fghi	-1.0000
4	1	3	-1.74 $\pm$ 0.04	fghi	0.1321
5	1	3	-1.86 $\pm$ 0.09	hij	-0.9686
6	1	3	-1.89 $\pm$ 0.10	ij	-0.8660
7	1	3	-1.45 $\pm$ 0.05	cd	-0.7406
8	1	3	-1.62 $\pm$ 0.30	ef	-0.9484
9	1	3	-1.29 $\pm$ 0.06	ab	-0.9954
10	1	3	-1.22 $\pm$ 0.02	a	-0.9608
11	1	3	-1.25 $\pm$ 0.02	a	-0.3974
12	1	3	-1.56 $\pm$ 0.04	de	-0.7206
13	1	3	-1.38 $\pm$ 0.06	abc	-0.8220
14	1	3	-1.44 $\pm$ 0.06	bcd	-0.9878
15	1	3	-1.79 $\pm$ 0.10	ghi	-0.9333
16	1	3	-1.71 $\pm$ 0.05	efgh	-0.9934
17	1	3	-1.90 $\pm$ 0.05	ij	-0.9123
18	1	3	-1.80 $\pm$ 0.04	hi	-0.7924
Average	18	3	-1.63 $\pm$ 0.25		-0.1916

表 23 斑節蝦之凍結點——依凍結次數區分

Table 23 The freezing point of kuruma prawn (*Penaeus japonicus*) depending on freezing times.

Freezing times	No. of sample (n)	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )	Correlation coefficient (r)
1	18	-1.56 $\pm$ 0.23	a	0.1745
2	18	-1.64 $\pm$ 0.25	a	0.0946
3	18	-1.68 $\pm$ 0.26	a	0.1532
Average	18	-1.63 $\pm$ 0.25		0.1372

表 24 九孔之凍結點——依樣本數目區分

Table 24 The freezing point of small abalone (*Sulculus diversicolor aqualilis*) depending on the number of sample.

Code of sample	No. of sample (n)	Freezing times	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )	Correlation coefficient (r)
1	1	3	-1.85 $\pm$ 0.05	d	-0.4435
2	1	3	-2.12 $\pm$ 0.08	efg	0.6186
3	1	3	-1.26 $\pm$ 0.07	bc	-0.2035
4	1	3	-2.04 $\pm$ 0.02	ef	-0.8660
5	1	3	-2.23 $\pm$ 0.03	ghi	-0.9449
6	1	3	-1.10 $\pm$ 0.06	a	0.2638
7	1	3	-2.01 $\pm$ 0.09	e	0.8368
8	1	3	-2.22 $\pm$ 0.02	gh	-0.8660
9	1	3	-1.10 $\pm$ 0.07	a	0.8660
10	1	3	-2.13 $\pm$ 0.03	fg	-0.8462
11	1	3	-2.03 $\pm$ 0.06	ef	-0.9386
12	1	3	-1.32 $\pm$ 0.03	c	-0.6546
13	1	3	-2.14 $\pm$ 0.11	fg	0.1890
14	1	3	-2.30 $\pm$ 0.09	ih	-0.9563
15	1	3	-1.15 $\pm$ 0.08	ab	-0.4663
16	1	3	-2.05 $\pm$ 0.02	ef	0.0000
17	1	3	-2.33 $\pm$ 0.05	i	-0.5960
18	1	3	-1.11 $\pm$ 0.05	a	-0.6820
Average	18	3	-1.77 $\pm$ 0.46		-0.0234

表 25 九孔之凍結點——依凍結次數區分

Table 25 The freezing point of small abalone (*Sulculus diversicolor aqualilis*) depending on freezing times.

Freezing times	No. of sample (n)	Average (mean $\pm$ S.D.)	Significance ( $\alpha = 0.05$ )	Correlation coefficient (r)
1	18	-1.78 $\pm$ 0.47	a	0.0766
2	18	-1.83 $\pm$ 0.47	a	0.0480
3	18	-1.81 $\pm$ 0.50	a	0.0122
Average	18	-1.81 $\pm$ 0.47		0.0451

表 26 凍結點調查用漁獲物之生活水域、凍結點、肥滿度、及其相關關係

Table 26 The living waters, freezing point and maturity of fish species and the relation between freezing point and maturity.

Fish species	Muscle type	No. of sample (n)	Freezing point (°C)	Maturity (kg/m <sup>3</sup> )	Correlation coefficient (r) between freezing point and maturity	
					Nature	Aquaculture
Black sea-bream	Dorsal	9	-0.79 ± 0.04	16.64 ± 0.87	0.4840	Seawater
	Tail	5	-1.02 ± 0.14		0.9800	Seawater
Horse mackerel	Dorsal	7	-0.88 ± 0.06	10.91 ± 0.90	0.3917	Seawater
	Tail	5	-0.96 ± 0.11		0.1983	Seawater
Big-eye	Dorsal	10	-0.72 ± 0.06	12.89 ± 1.43	-0.1702	Seawater
	Tail	0	—		—	—
Milkfish	Dorsal	6	-1.04 ± 0.03	16.07 ± 0.77	0.3032	Seawater
	Tail	6	-1.02 ± 0.08		0.3561	Seawater
Grey mullet	Dorsal	7	-0.77 ± 0.09	11.75 ± 0.86	0.3686	Seawater
	Tail	4	-0.83 ± 0.08		-0.1365	Seawater
Spotted mackerel	Dorsal	10	-1.02 ± 0.13	11.58 ± 1.15	-0.6851	Seawater
	Tail	6	-1.11 ± 0.14		-0.2203	Seawater
Bonito	Dorsal	9	-1.03 ± 0.11	13.20 ± 0.85	-0.7812	Seawater
	Tail	3	-1.15 ± 0.08		-0.9312	Seawater
Tilapia	Dorsal	7	-0.59 ± 0.09	20.32 ± 1.55	-0.2546	Freshwater
	Tail	7	-0.57 ± 0.13		-0.2408	Freshwater
Red horsehead	Dorsal	8	-0.67 ± 0.11	11.57 ± 0.36	0.1071	Seawater
	Tail	4	-0.80 ± 0.18		0.1147	Seawater
Kuruma prawn	Dorsal	18	-1.62 ± 0.24	5.52 ± 2.03	0.0480	Seawater
Small abalone	Meat	9	-1.77 ± 0.46	—	—	Seawater

值(  $-1.10 \sim -2.33^{\circ}\text{C}$  )之差異極為顯著(  $r = -0.9563 \sim 0.8660$  ) ; (2) 18 粒九孔之凍結點平均值與凍結次數間並無明顯的差異( 3 次凍結之平均凍結點分別為  $-1.78$ 、 $-1.83$  和  $-1.81^{\circ}\text{C}$  ) ; (3) 整體而言, 九孔之凍結點為  $-1.81^{\circ}\text{C}$ , 較斑節蝦略低, 但較前述 9 種魚類低很多。

由前述 11 種漁獲物之凍結點調查結果, 進一步分析後, 得到以下之結果:

(1) 凍結點因魚、蝦、貝類而異: 貝類( 九孔 ) 最低(  $-1.81^{\circ}\text{C}$  ), 蝦類( 斑節蝦 ) 稍高(  $-1.63^{\circ}\text{C}$  ), 而魚類( 9 種 ) 較高( 背肉為  $-0.59 \sim -1.04^{\circ}\text{C}$ , 尾肉為  $-0.57 \sim -1.15^{\circ}\text{C}$  )。

(2) 就測定部位而言, 如表 26 所示, 尾肉凍結點低於背肉者有黑鯛、扁甲鰱、花腹鯖、烏魚、正鯉和紅馬頭魚, 較高者有虱目魚和吳郭魚, 顯示純海水魚類的尾肉凍結點低於背肉者, 而淡水魚類則反之, 即背肉高於尾肉。

(3) 就魚類而言, 由於養殖技術之進步, 黑鯛幾乎都是用鹹水養殖者, 虱目魚用淡水或鹹水養殖者約各半, 吳郭魚絕大多數是用淡水養殖<sup>(9)</sup>, 這 3 種魚類之凍結點, 不論是背肉或尾肉, 都是虱目魚較低, 黑鯛次之, 吳郭魚最高, 此與表 3 的既有文獻<sup>(14)(17)</sup> 所載淡水魚之凍結點高於海水魚者相似。本調查的海水魚中, 屬於表層洄游性者有扁甲鰱、花腹鯖、鰻魚和正鯉 4 種, 屬於底棲性者有紅目鰱和紅馬頭魚 2 種。鰻魚除自然生產者外, 也有用鹹水或淡水養殖者。表 26 顯示: 除烏魚外, 其他 3 種表層洄游性魚類之凍結點(  $-0.88 \sim -1.03^{\circ}\text{C}$  ) 顯然遠低於底棲性者(  $-0.57 \sim -0.80^{\circ}\text{C}$  ), 此與表 3 所載<sup>(17)</sup> 底棲性海水魚之凍結點( 平均  $-2.0^{\circ}\text{C}$  ) 低於洄游性海水魚者( 平均  $-1.0^{\circ}\text{C}$  ) 相反, 且表 3 中鯉之凍結點(  $-2.0^{\circ}\text{C}$  )<sup>(6)(16)</sup> 較本調查之正鯉者(  $-1.03^{\circ}\text{C}$  ) 為低。本調查之鰻魚, 其凍結點與紅目鰱和紅馬頭魚者相近, 但略低於吳郭魚, 故推測本調查之鰻魚很可能是淡水養殖者。

(4) 斑節蝦有來自大海者, 亦有養殖者, 養殖者都用鹹水養殖<sup>(9)</sup>, 其凍結點較表層洄游性海水魚低, 為其特點。草蝦之凍結點亦較魚類低而略高於斑節蝦( 草蝦之凍結點將在次報中提出 ), 草蝦之來源與斑節蝦相似<sup>(9)</sup>, 但近年來, 由於陸地養殖業大量抽取地下水導致地層下陷, 其養殖型態已趨向於使用純海水。上述結果顯示: 蝦類的凍結點可能都低於海水魚者。

(5) 九孔由天然採捕者甚少, 由於人工繁養殖之成功, 在本省東北角海岸開闢了許多養殖池, 亦有抽取海水在岸上養殖者。最近, 本所更發展出堆砌式養殖技術, 可以從事大量的繁養殖, 更可防止海岸景觀因開鑿而被破壞。九孔之凍結點略低於斑節蝦, 為其特點, 此可能與其體成分組成有關, 若分析各種漁獲物之一般成分, 如蛋白質、脂質、醣類、灰分和水分等, 則可能有助於說明上述魚、蝦、貝類間凍結點差異之原因。

(6) 吳郭魚之背肉凍結點(  $-0.59^{\circ}\text{C}$  ) 較賴等<sup>(14)</sup> 之  $-0.8 \sim -0.9^{\circ}\text{C}$  ( 表 3 ) 為高, 彼等使用的吳郭魚體重只有  $200 \sim 250\text{g}$ , 而本調查者則較重( 平均為  $666.21\text{g}$ ,  $n=7$  ), 故很可能與魚體大小有關。但由肥滿度、背肉凍結點和尾肉凍結點彼此之相關關係( 表 26 ) 知, 本調查中吳郭魚的背肉凍結點和尾肉凍結點、背肉凍結點和肥滿度、尾肉凍結點和肥滿度之相關係數  $r$  分別為  $0.1766$ 、 $-0.2546$  和  $-0.2408$ , 故三者間彼此並無明顯的相關。

(7) 表 26 亦顯示: 正鯉的背肉或尾肉之凍結點與其肥滿度間均呈高度之負相關(  $r$  分別為  $-0.7812$  和  $-0.9312$  ), 即肥滿度越高者, 凍結點越低; 黑鯛的背肉或尾肉之凍結點與其肥滿度間均呈正相關(  $r$  分別為  $0.4840$  和  $0.9800$  ), 即肥滿度越高者, 凍結點也越高; 除花腹鯖的背肉凍結點外, 其他魚類或斑節蝦的凍結點與肥滿度間之相關性極低。因此, 凍結點與肥滿度之關係, 可能因魚種而不同, 然其相關性大致上都很低。

## 摘 要

以能顯示小數點後兩位的溫度計測定臺灣地區11種重要漁獲物之凍結點，探討魚種、生活水域、個體、肥滿度、凍結次數以及部位對凍結點之影響，做為以凍結點附近的溫度貯存漁獲物之參考。

凍結點因魚、蝦和貝類而異，貝類（九孔）最低（ $-1.81^{\circ}\text{C}$ ），蝦類（斑節蝦）稍高（ $-1.63^{\circ}\text{C}$ ），而9種魚類則較高（背肉 $-0.59\sim-1.04^{\circ}\text{C}$ ，尾肉 $-0.57\sim-1.15^{\circ}\text{C}$ ）。

凍結點亦因生活的水域而不同，淡水魚類如吳郭魚高於海水魚類，底棲性海水魚類如紅目鯧和紅馬頭魚則高於洄游性海水魚類如扁甲鰱、花腹鯖和正鯷。

同一魚種個體間之凍結點因魚種而呈現不同程度之差異，黑鯛、扁甲鰱、紅目鯧、鯷魚、花腹鯖、吳郭魚、斑節蝦和九孔之個體差異極為顯著，但虱目魚、正鯷和紅馬頭魚則不顯著。雖然同一魚種的每一個體之凍結點，在3次測定值間有隨凍結次數而升降，但全部個體在不同的凍結次數下之平均凍結點間並無顯著之差異。

肥滿度與凍結點間有呈負相關者，如正鯷；有呈正相關者，如黑鯛；其他魚類或斑節蝦則殆無相關性。

就測定部位而言，凍結點亦因魚種而異。尾肉凍結點低於背肉者有黑鯛、扁甲鰱、花腹鯖、鯷魚、正鯷和紅馬頭魚等6種，較高者有虱目魚和吳郭魚等2種，顯示淡水魚類之尾肉凍結點高於背肉者，而海水魚類則反之。此外，正鯷的背肉上3個位置之凍結點之差異很少，但紅馬頭魚的背肉上2個位置之凍結點則有顯著的差異。

## 參考文獻

- 1.遠藤金次(1989).凍結點周邊の溫度域における魚の貯藏。日本食品工業學會誌, 36(5): 428-433.
- 2.小川 豐(1989).近海魚のスーパーチルド保藏技術。冷凍, 64(744): 11-16.
- 3.山根昭美(1974).果實の冰温貯藏食品。食品工業, 20(20): 46-51.
- 4.山根昭美(1987).冰温食品,連載第一回。食品工業, 33(8): 73-77.
- 5.山根昭美(1985).冰温食品。冷凍, 60(696): 38-46.
- 6.加藤舜郎(1985).食品冷凍の立場から見た冰温貯藏,フリーズ・フロー,チルド,パーソナル・フリージングの特質。冷凍, 60(696): 5-25.
- 7.内山 均(1988).冰温貯藏( $-3^{\circ}\text{C}$ )の非理論性を検討する。New Food Industry, 30(3): 23-29.
- 8.千田 晃(1986).低温食品先端技術・鮮度を保つ総合ソフト寒温食品技術。食品と開発, 21(5): 16-18.
- 9.臺灣省農林廳漁業局(1990).漁業生產量值。中華民國七十八年中華民國臺灣地區漁業年報,第59-67頁。
- 10.楊鴻嘉(1981).「臺灣常見魚介類圖說」。行政院農業發展委員會・臺灣省政府農林廳漁業局編印。
- 11.楊鴻嘉、陳同白(1971).「臺灣重要食用魚介圖說」。中國農村復興聯合委員會漁業彙刊第十號。
- 12.湯弘吉、涂嘉猷(1979).黑鯛養殖試驗。中國水產, 319: 3-8.
- 13.大竹茂夫(1986).凍結點測定と過冷却法。「魚のスーパーチリング」,小鶴秩夫編,日本水產學會監修,恆星社厚生閣出版,水產學シリーズ63,第50-61頁。
- 14.賴永順、王文政、江平平(1979).冷凍吳郭魚加工試驗。臺灣省水產試驗所試驗研究報告, 31:

369-375.

- 15.加藤舜郎 ( 1979 ). 食品の冷却と凍結。「食品の冷凍」, 冷凍技術彙編集, 日本冷凍協會發行, 第 17-67 頁。
- 16.野中順三九、小泉千秋 ( 1982 ). 「食品保藏學」, 恆星社厚生閣出版, 第 202 頁。
- 17.桑野貢三 ( 1970 ). 「水産冷凍冷蔵學」, 海文堂出版, 第 27 頁。
- 18.鍾忠勇、陳化治 ( 1973 ). 「食品冷凍之原理與加工」。食品工業發展研究所, 食品工業叢書 ( 食品加工之四 ), 第 94-95 頁。