

多漁獲物之加工適性研究—V

凍結鯷類之解凍法與品質保持

彭紹楠·劉傳正·駱秋燕·劉世芬

Studies on Processing Feasibility of Abundant Fish Catches—V

— Thawing and quality Conservation of

frozen-stored Bonitos—

Shaw-Nan Peng, Chuan-Cheng Liu, Chiu-Yen Lo and Shyh-Fen Liu

Two methods are used to maintain the quality of frozen Oceanic bonito (*Euthymus afinis* CANTOR) during thawing. One is flowing water thawing (FWT) method, the other one is constant cycling water thawing (CCWT) method. The quality indices used are moisture content, pH, volatile basic nitrogen, K value, and total bacterial count of Oceanic bonito flesh.

Judging from the values of quality indices the thawed Oceanic bonito, using either FWT method or CCWT method, is of high quality and can be used as eating raw fish fillet.

Although the thawing time of FWT method is shorter than that of CCWT method (1 hour), a shortcoming of the former is more water is needed during thawing than the latter.

After thawing, the temperature of the thick part of Oceanic bonito flesh is -3°C while the others are nearing the temperature of thawing water (18°C). In order to keep the quality of thawed Oceanic bonito, it is necessary to store the fish in ice water ($0\sim 4^{\circ}\text{C}$) or in low temperature.

前 言

台灣東部外海及南太平洋鯷、鮪資源豐富，為增加單位產量，我國民國71年6月⁽¹⁾首次建造美式大型圍網漁船兩組，並配有500噸級搬運船隻前往南太平洋漁場作業，預計在數年內增建10艘500~2,000噸級的大型圍網漁船，並在本省南部、北部及東部地區各興建一座魚貨冷凍庫等，發展遠洋漁業計畫。

我國在南太平洋基地作業漁船捕撈的鯷、鮪，多供應美國製罐頭，但是美國製罐業者，為了迫使原料鮪降價，目前採取減產措施，已有四家製罐公司暫時關閉工廠或減縮生產。因此，我國國內暫時必需採用此種凍結鯷、鮪原料，製作罐頭、柴魚等供內外銷之措施，而配合漁業與加工業平衡

發展。

凍結鯷鮪原料，在加工前必需經過解凍步驟，在國內迄今尚未有關此項研究發展，惟其解凍的意義⁽²⁾，就是還原凍結原料時之鮮度品質，可稱為凍結法之相反操作的逆工程，兩者過程各需經過；鮮魚凍結時為凍結曲線最大冰晶生成帶（ $0^{\circ}\sim-5^{\circ}\text{C}$ ），此溫度域，最需熱量、最速時間降低溫度，而達到凍結目的。相反地，凍魚解凍時即為解凍曲線最小冰晶融解帶（ $-5^{\circ}\sim 0^{\circ}\text{C}$ ），悉盡維持此溫度域之半解凍（半凍結）狀態，而達到保鮮目的。其解凍方法的得失，則影響加工製品品質，解凍溫度過高或時間過久，則引起流液、酵素、細菌的活性，或蛋白質的化學變化等。

因此，探究凍結加工原料魚蝦類之最有效的解凍方法，以判定其品質及品質保持，並配合罐頭食品廠、柴魚加工廠研究改進，目下最重要之課題。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗所用巴鯷（*Oceanic bonito*；*Euthymus affinis* CANTOR），係基隆曳繩釣漁船，於73年3月15日，自基隆沿岸漁獲載歸新鮮魚，購後不加任何處理，即以整體（round）形態，移於 -80°C 電冰櫃（美國So-Low牌，Environmental Equip. Co. 12 ft³）經48小時凍結，再移放於 -28°C 電冰櫃（台灣大同牌，TR-200 NF）冷凍33天。

二、試驗方法

解凍試驗方法，採用水解凍與定量循環水解凍兩法，事先測定巴鯷肥滿度及魚體各部份之肉厚度，以便測定各部位之解凍溫度差異，另測定解凍前及解凍後之魚肉水分、pH、揮發性鹽基態一氮、K值、生菌數，以資判定解凍魚品質標準。

(一) 流水解凍法

解凍槽容量如圖2；用150公升（ $68\text{cm}\times 45\text{cm}\times 52\text{cm}$ ）之刻有水準量塑膠方桶，桶底左右按裝直徑1.5cm之注水閥1個及排水閥2個，且桶內下部，以塑膠粗網隔高8cm，能使血液等污物暢通排出。解凍水量以維持魚體重量4倍量，覆蓋魚體水準為原則，解凍注入水自槽底以接通自來水，排出水量保持 $1,000\text{ml}/\text{min}$ ，並按時測定解凍水及魚體溫度變化，至魚體肉厚最厚部位，如圖1所示，即魚體第1背鰭第10棘條之體側線（第4部位），中心溫度達到 -3°C 時視為解凍終點⁽¹⁾⁽²⁾，同時停水，加入 $\frac{1}{2}$ 水量之碎冰塊，使解凍槽水溫降至 4°C 以下。

(二) 定量循環水解凍法

解凍槽構造與流水解凍法相同，解凍水量為定量水，仍以魚體重量之4倍量，為覆蓋魚體水準原則外，如圖3；在解凍槽內為加速解凍速度，另按裝攪水幫浦1台，其流水速度為 $1\text{m}/\text{sec}$ ，並按時測定解凍水及魚體溫度變化，至魚體肉厚最厚之第4部位，中心溫度達 -3°C 時視為解凍終點，其後加入碎冰塊量同上，使解凍水溫降至 4°C 以下。

(三) 體重尾叉長測定法

體重以感度10g之5kg磅稱稱重，魚體長度以鯷而言，為期測定方便及準確，以採用測定尾叉長，即鯷吻端至尾叉之長度以mm之單位米達尺測定。

四、肥滿度

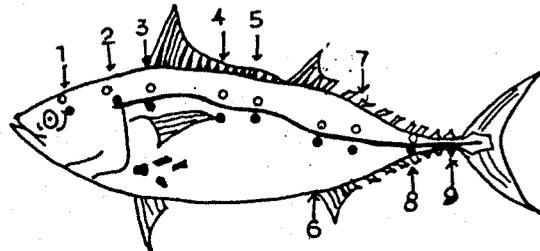
為計算肥滿度，即

$$\text{肥滿度} = \frac{\text{體 重}}{\text{尾叉長}} \times 10^3$$

(五) 魚體肉之厚度測定及解凍溫度測定法

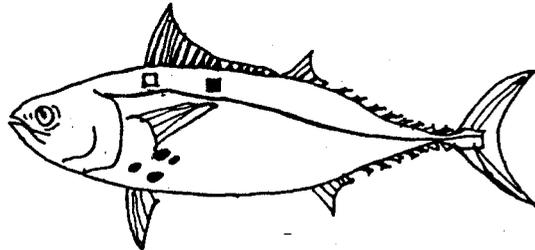
before thawing 解凍前 □ □

after thawing 解凍後 ● ■

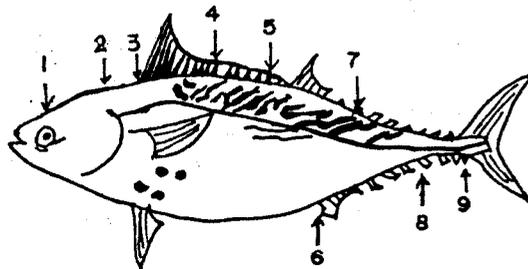


測定溫度部位

Temperature - detecting portion



採樣部位 Sampling portion



測定厚度基準點

Standard point of thickness

1. 眼窩上部 (Upper orbital)
2. 鰓蓋末端的體側線上 (Lateral line of posterior operculum)
3. 胸鰭下的體側線上 (Lateral line above the pectoral fin)
4. 第 1 背鰭第 10 棘條之體側線上 (Lateral line of 10th spine of 1st dorsal fin)
5. 第 1 背鰭末端 (15 棘條) 體側線上 (Lateral line of end of 1st dorsal fin)
6. 臀鰭前部之體側線上 (Lateral line of anterior of anal fin)
7. 背部第 2 離鰭的體側線上 (Lateral line of 2nd finlet of dorsal)
8. 腹部第 4 離鰭的體側線上 (Lateral line of 4th finlet of ventrad)
9. 腹部離鰭末端 (7 棘條) 體側線上 (Lateral line of last finlet of ventral)

圖 1 巴鯧魚體厚度之測定及採樣部位

Fig. 1 Portion of temperature and thickness detection and sampling for Oceanic bonito

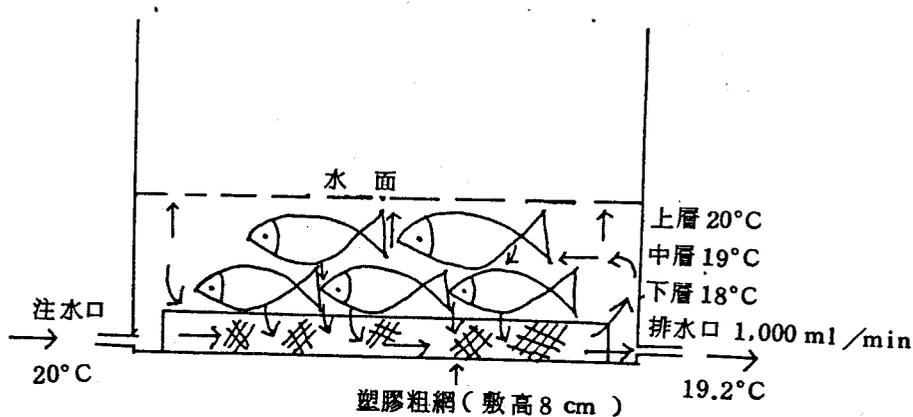


圖2 流水解凍槽法

Fig. 2 Flowing water thawing tank method

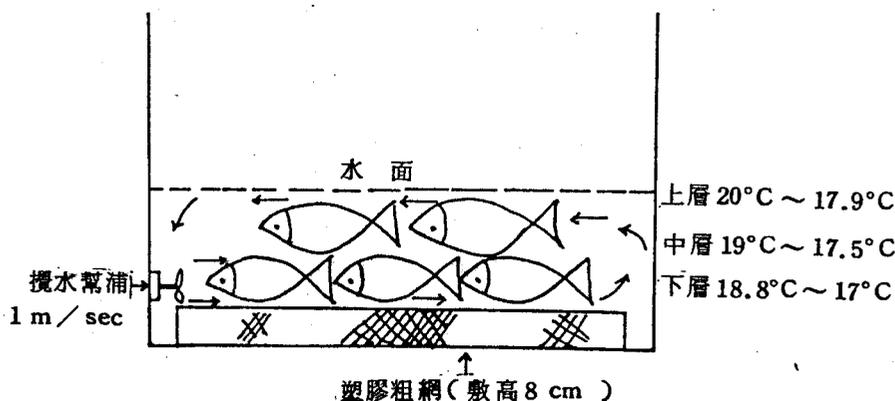


圖3 定量循環水解凍槽法

Fig. 3 Constant cycling water thawing tank method

為明瞭魚體各部位之厚度差異，特需舉辦測定魚體各部位厚度，即從吻端至尾柄之魚體體側線為基準，特設如圖1之9個點，以#6兩腳彎規，夾持魚體左右側線上，而測定魚體肉厚度。且在其9個點之體側線上，各以電鑽機直徑5mm及2mm之錘尖，鑽孔至脊椎骨為止，然後隨各插入溫度計測定其中心溫度，另鑽孔各部表皮1cm深度測定表面溫度，各放置3分鐘後讀其度數。

(內)溫度計

溫度計以經校正之紅色酒精度計(φ5mm)及日本RIKA KOGYO CO; RKC DP-100之數字溫度表及RKC JB-15之測溫端(φ2mm)。

(內)水分

依乾燥法測定之。

(八) pH 值

依照 CNS 1451 · N 6029 冷凍鮮魚類檢驗法第 6.4 節 PH 值測定法。

(九) 揮發性鹽基態一氮 (V. B - N)

依照 CNS 1451 冷凍鮮魚類檢驗法第 6.5 節，以康衛氏 (Conway) 微量擴散法測定之。

(十) K 值 (判定生鮮度恆數)

依柱型色譜 (Column Chromatography) 法⁽⁹⁾測定之。

(十一) 總生菌數

依照 CNS 2107 冷藏及冷凍畜肉檢驗法第 5.2.1 細節細菌數檢驗，並參照 CNS 2813 冷凍蔬菜檢驗法第 4.2 節總生菌數檢驗施行之。

結果與討論

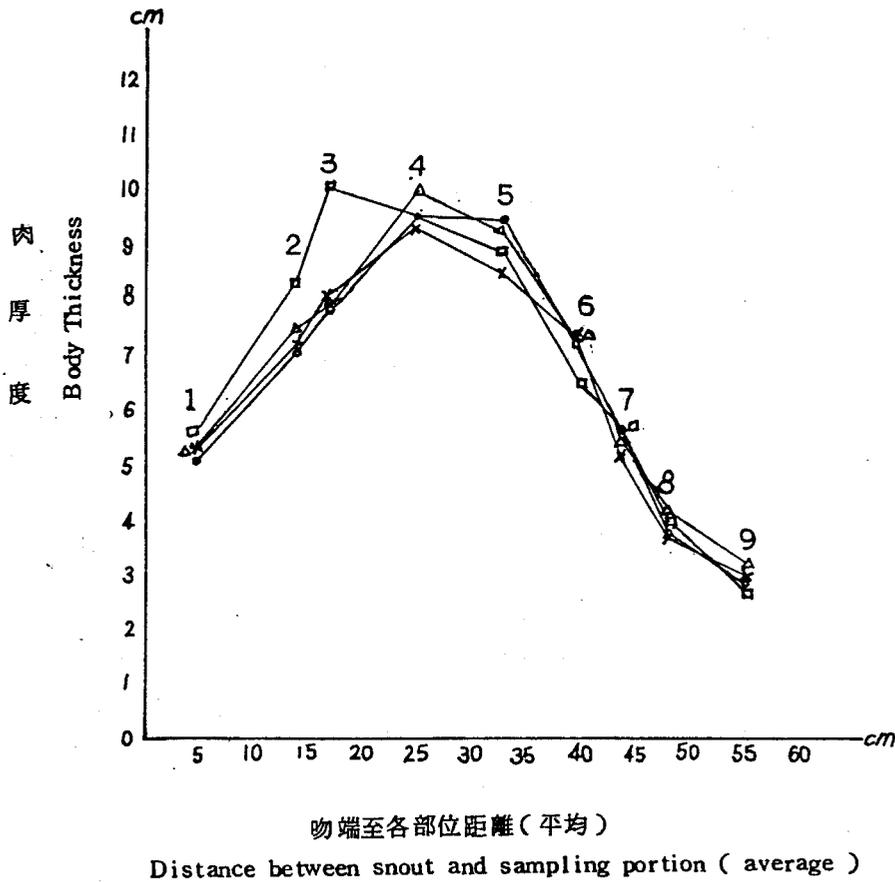
一、巴鯉之體長、尾叉長、體重及肥滿度，經測定結果如表 1；該批巴鯉肥滿度大小，與體重、體長大小及 ♂ ♀，並未成比例，但個體別未有甚大差異，又 ♂ ♀ 生殖腺之精巢及卵巢，均微小，非詳細觀察難能查出，故該批巴鯉，諒係仍在索餌生長階段。

表 1 巴鯉魚體組成
Table 1 Composition of Oceanic bonito

項 目 item	最 大 largest	最 小 smallest	平 均 average
體長 (cm) body-length	57	55	56.12
尾叉長 (cm) fork-length	59.2	57	58.25
體重 (g) body-weight	4.060	3.500	3.805
肥滿度 fatness	20.70	17.39	19.28

二、巴鯉之肉厚度，經測定結果如圖 4；在第 1 背鰭第 10 棘條之體側線上之第 4 部位肉厚，以 10 cm ± 0.7 為頂峯最厚，漸至頭部，即胸鰭下的體側線上之第 3 部位肉厚，為 8 cm ± 0.2，反此，漸至尾部，即第 1 背鰭末端 (第 15 棘條) 之體側線上之第 5 部位肉厚為 8.5 cm ± 0.1，次至背部第 2 離鰭之體側線上之第 7 部位為 5.5 cm ± 0.2，甚至尾部末端，即腹部離鰭末端 (第 7 棘條) 之體側線上之第 9 部位肉厚為 3 cm ± 0.3。此種魚體厚度，漸至於頭部或尾部，厚度逐漸減小，而傾斜形成兩端圓錐形。

因此巴鯉魚體各部位之肉厚度各甚不同，尤其整條 (round) 形態之魚體，在凍結過程中，



- 體重 (body weight) 3.700 g. 尾叉長 (fork length) 57.0 cm. ♀
- × 體重 (body weight) 3.500 g. 尾叉長 (fork length) 58.6 cm. ♀
- △ 體重 (body weight) 3.960 g. 尾叉長 (fork length) 59.2 cm. ♂
- 體重 (body weight) 4.060 g. 尾叉長 (fork length) 58.1 cm. ♂

圖 4 巴鯉各部位之肉厚度
Fig.4 Body thickness of sampling portion

或在解凍過程中，其溫度變化速度，隨各部位亦不同。

三、流水解凍

(一) 解凍溫度與溫度變化

本次試驗解凍槽水量，以維持魚體重量之 4 倍量，覆蓋魚體為水準，解凍注入水自槽底以接通自來水為 20° C，且由對向槽底排水，排出水量保持 1.000 ml / min 等條件下之流水解凍法。如此自槽底直通注排之流水解凍方法如圖 2，可使血液等沈下污物自槽底暢通排出，同時在解凍槽內溫度 - 20° C 之凍結巴鯉魚體，解凍所需冰晶融解熱不需另加熱溫度，可自槽底不斷注入自來水之 20° C 溫度，而融解 - 20° C 之凍結巴鯉魚體，此時在槽內不斷地產生溫度差，即由高水溫上昇接觸低溫魚體，產生融解潛熱降低水溫下降，由槽底連同血液污物排出

經測定解凍槽內，上、中、下層水溫度及排出水溫度結果，上、中、下層水溫一直保持 20° C、19° C、18° C 之範圍，排出水溫為 19.2° C，如此條件下之巴鯉解凍，至魚體肉厚部位之第 1 背鰭第 10 棘條之體側線上第 4 部位，中心溫度達到 -3° C 時為解凍終了點，其所需時間 3 小時，隨時停止流水。當魚體中段肉厚部位之中心溫度達 -3° C 之解凍終點（半凍結狀態），但其他頭部及尾端部或魚體表層部位，已經解凍接近水溫 18° C，保持解凍魚鮮度品質，解凍槽內，隨即加入為水量之 1/2 量之碎水塊，此時巴鯉各部位之中心溫度變化。如圖 5 所示。

再查凍結巴鯉魚體中心內部之解凍速度，以數字溫度表繼續測定溫度結果，如圖 6 所示，因流水解凍所需冰晶融解熱，來自槽底不斷注入 20° C 左右之自來水熱源，自解凍開始前段期間，溫度上升雖緩慢，但至 1~2 小時期間，每半小時竟次 4° C 之速度急激上昇。

(二) 解凍巴鯉品質

解凍前後之巴鯉，其水分、pH、揮發性鹽基態一氮、K 值、總生菌數，經分析測定結果，如表 2；

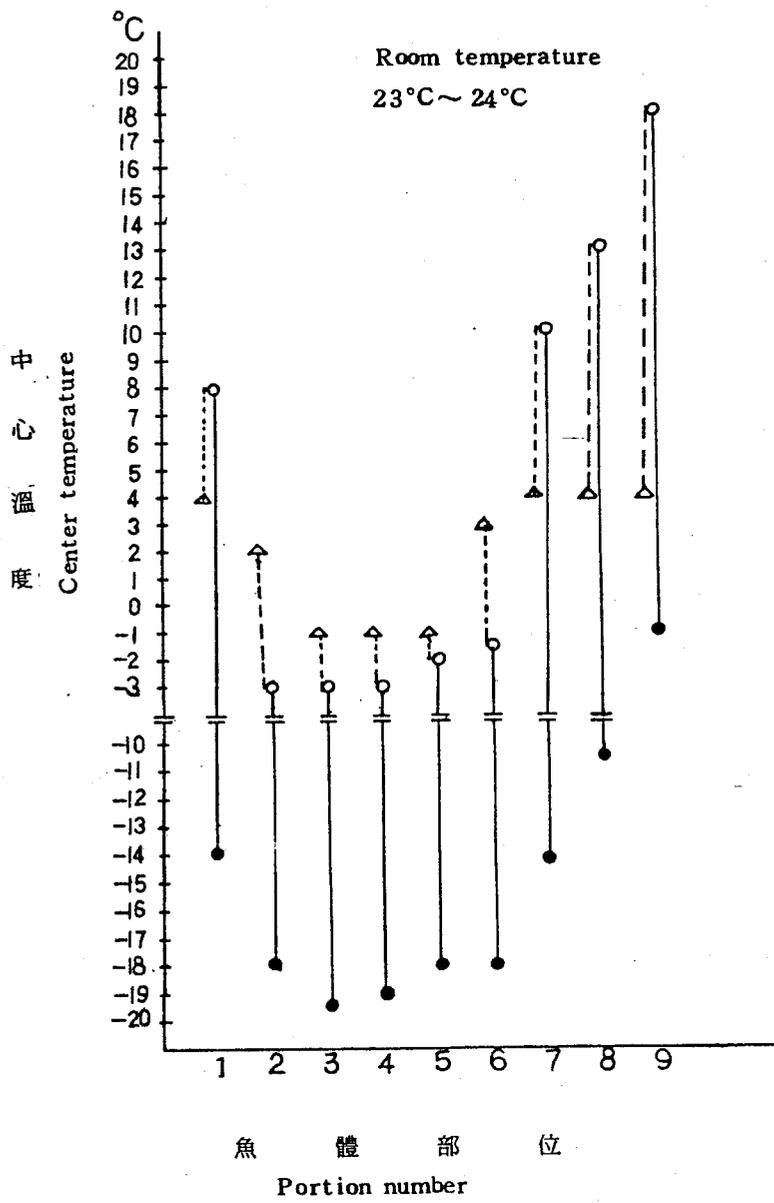
表 2 流水解凍巴鯉品質

Table 2 The quality of flowing water thawing

項 目 Item	解 凍 前 Before thawing	解 凍 後 After thawing
水 分 (%) Moisture	72.24	72.37
pH	5.92	5.81
揮發性鹽基態一氮 (mg %) VB-N	22.94	19.90
K 值 (%) K value	3.16	4.79
總生菌數 Total bacteria count		
1. 魚 肉 Fish meat	1.65×10^4	1.98×10^4
2. 魚體肛門部解凍水 Thawing water of anus	—	1.31×10^4

魚肉解凍前與解凍後，水分無甚差異，pH、揮發性鹽基態一氮、K 值之鮮度品質及生菌數之衛生等條件⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾，依照魚類鮮度判定法之比較，該解凍巴鯉可供生魚片之高新鮮魚⁽⁹⁾。

四 定量循環水解凍



- 解凍前 Before thawing
- 解凍後3小時 After 3 hours thawing
-△ 解凍終了加冰塊保持水溫4°C以下3小時
Store below 4°C/ice - water for 3 hours after thawing

圖5 流水解凍之巴鯷各部位中心溫度變化
Fig.5 Changes in center temperature of Oceanic bonito at different portion during flowing water thawing

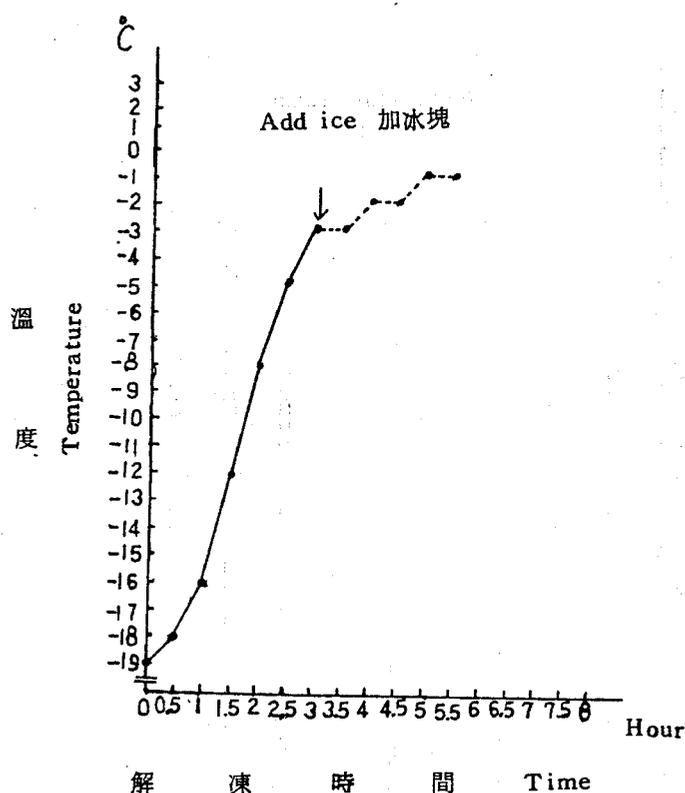


圖 6 流水解凍時巴鯷中心溫度的變化(第四部位)

Fig. 6 Changes in central temperature of Oceanic bonito during flowing water thawing (number 4)

(一) 解凍溫度與溫度變化

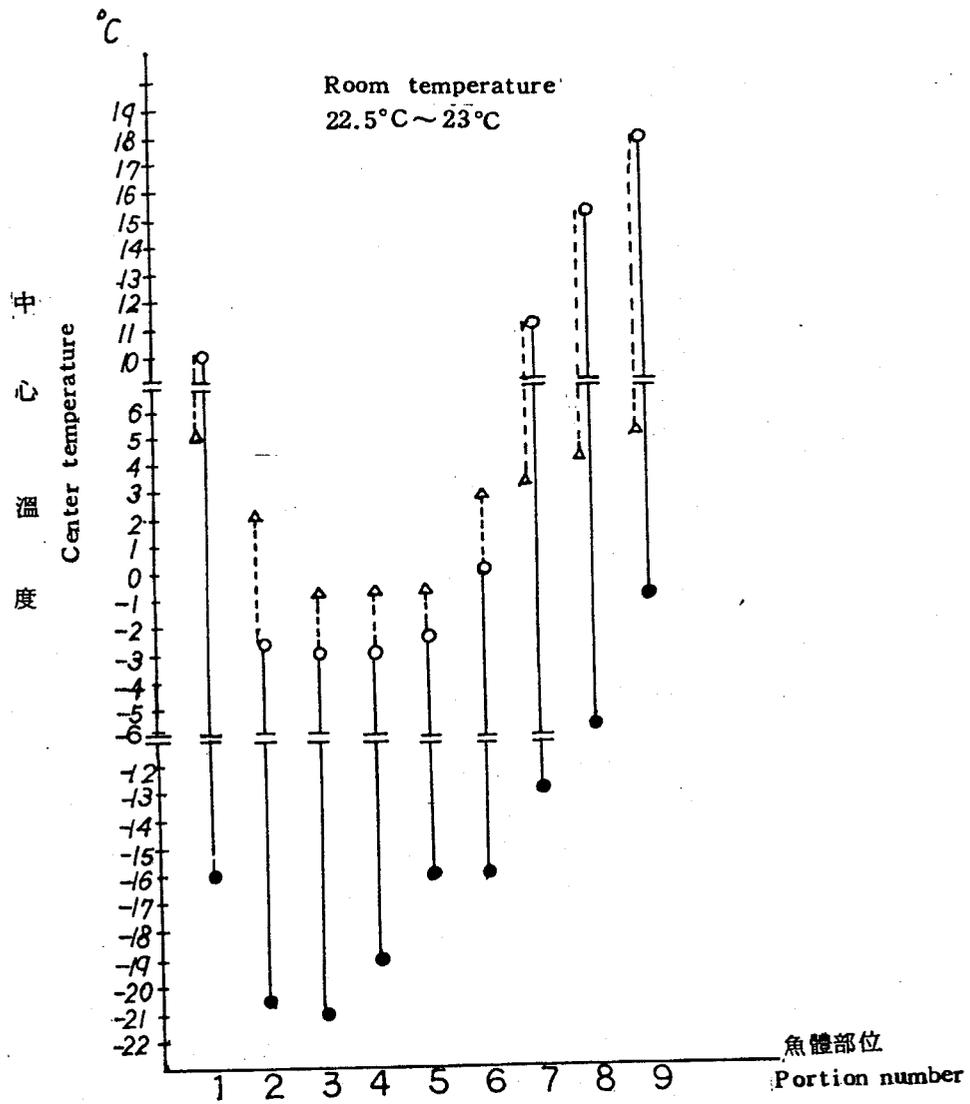
本項試驗解凍槽水量，仍次魚體重量之 4 倍量，能覆蓋魚體水準之定量水，在解凍槽內一 20°C 之凍結巴鯷魚體，解凍所需之融解熱，來自 20°C 槽內定量水，以及槽內，以流水速度 1 m/sec 之攪拌幫浦，不斷地攪拌解凍水，而均溫加速融解 -20°C 之凍結巴鯷魚體，如圖 3。

經測定解凍槽內，上、中、下層水溫結果，各自 20°C 、 19°C 、 18.8°C 開始漸次降下，至魚體肉厚最高部位，當魚體中心溫度達 -3°C 為解凍終點(半解凍狀態)時，各水溫變為 17.9°C 、 17.5°C 、 17°C ，其所需時間 4 小時，但魚體頭部及尾端部或魚體表層肉部位，已經解凍接近水溫 17.5°C 。此後解凍槽肉，隨時加入為水量之 $\frac{1}{2}$ 量之碎冰塊，此時各部位之中心溫度變化，如圖 7 所示。

再查凍結巴鯷魚體中心內部之解凍速度，以數字溫度表繼續測定溫度結果，如圖 8 所示，因定量循環水解凍巴鯷所需冰晶融解熱，僅來自解凍槽內 20°C 之定量水，並且由攪水幫浦攪水起浪，接觸吸收 23°C 之空氣溫度外，無特別從外加熱源，自解凍開始至終，溫度上昇速度呈緩慢。

(二) 解凍巴鯷品質

經定量循環水解凍法之解凍前後巴鯷，其水分、pH、揮發性鹽基態一氮、K 值、總生菌



- 解凍前 Before thawing
- 解凍後4小時 After 4 hours thawing
-△ 解凍終了加水塊保持水溫4°C以下3小時
Store below 4°C ice - water for 3 hours after thawing

圖7 定量循環水解凍之巴經各部位中心溫度變化

Fig. 7 Changes in center temperature of Oceanic bonito at different portion during constant water

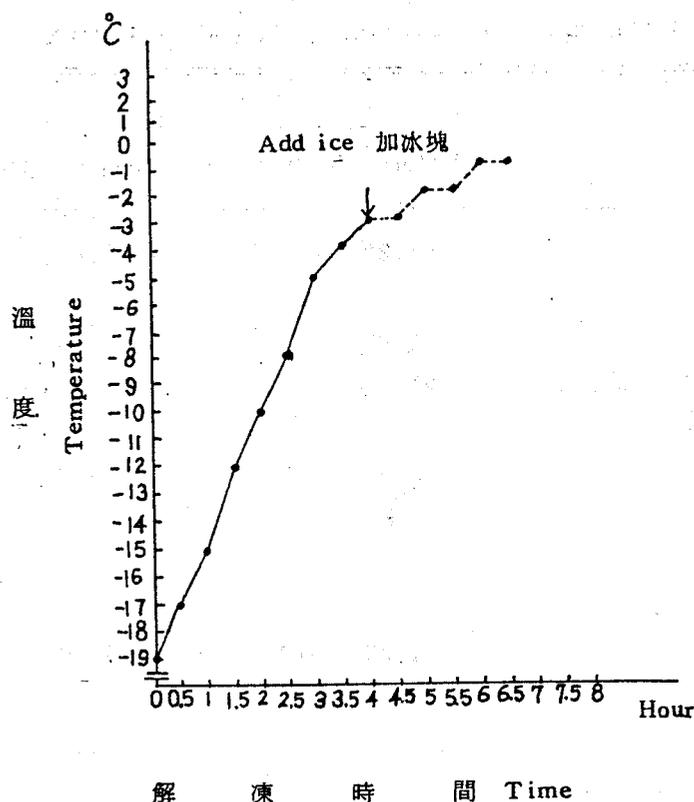


圖 8 定量循環水解凍時之巴鯷中心溫度變化 (第 4 部位)

Fig 8 Changes in central temperature of Oceanic bonito during constant cycling water thawing (number 4)

數，經分析測定結果，如表 3；

巴鯷解凍前與解凍後之魚肉，其鮮度品質及生菌數之衛生等條件⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾，無甚差異，仍可供用生魚片之高新鮮魚⁽⁹⁾。

摘 要

解凍試驗方法，採用流水解凍與定量循環水解凍兩法，事先測定巴鯷肥滿度及魚體各部份之肉厚度，以便測定各部位之解凍溫度差異，另測定解凍前及解凍後之魚肉水分、pH、揮發性鹽基態一氮、K 值、生菌數，以資判定解凍魚品質標準。

一利用流水解凍及定量循環水解凍，解凍後巴鯷鮮度品質及衛生條件，均可供用生鮮魚片之高新鮮魚。

二雖然流水解凍法比定量循環水解凍法，解凍時間（溫度差約 1° C）快 1 小時達到魚肉中心溫度，但多耗流水量為其缺點。

三當巴鯷魚體中段肉厚高部位之中心溫度達 -3° C 之解凍終點（半解凍狀態），其他頭部及尾部或魚體表層肉部位，已經解凍接近水溫 18° C，為保持整條解凍魚鮮度品質，應施行溫度 0° ~

表3 定量循環水解凍巴經品質
Table 3 The quality of constant cycling water thawing

項 目 Item	解 凍 前 Before thawing	解 凍 後 After thawing
水 分 (%) Moisture	67.29	67.63
pH	6.07	5.98
揮發性鹽基態一氮 (mg %) VB-N	21.40	17.46
K 值 (%) K value	4.77	5.96
總生菌數 Total bacteria count		
1. 魚 肉 Fish meat	1.40×10^4	7.66×10^4
2. 魚體肛門解凍水 Thawing water of anus	—	1.39×10^5
3. 定量循環解凍水 Constant cycling thawing water	1.03×10^4	1.38×10^4

4° C之冰水冷却保冷或移放-3° C之冷藏處理。

謝 辭

本試驗承蒙 所長李燦然博士多方關照與鼓勵，以及食品工業發展研究所李金星先生提供寶貴意見，本系張士軒先生修改英文部分，得以順利完成，謹此致謝。

參考文獻

1. 中華漁業週刊，民國71年6月1日。
2. 太田多雄 (1967)。凍結カツオの解凍と加工試験。冷凍 (日本冷凍協會)，42 (472)。2-12。
3. 田中和夫 (1979)。凍結裝置と解凍裝置の最近の傾向。New Food Industry, 21 (2)。1-6。
4. 北島徹 (1979)。マイクロ波加熱による冷凍肉の解凍。New Food Industry, 21 (2)。7-11。

5. 加藤茂 (1979). 冷凍食品の高周波解凍。 *New Food Industry*, 21 (2), 16 — 19.
6. 彭紹楠、蘇素月、郭世榮 (1981). 遠洋凍結鯉之柴魚加工。台灣省水產試驗所試驗報告, 33 : 467 — 474.
7. 彭紹楠、蘇素月、郭世榮 (1983). 加工原料鯉類之脂肪多寡鑑別法。台灣省水產試驗所試驗報告, 35 . 196 — 204.
8. 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試驗。台灣省水產試驗所試驗報告, 33 , 365 — 376.
9. 齊藤恆行、內山均、梅本滋、河端俊治 (1974). 水產生物化學, 食品學實驗書 (日本恆星社厚生閣), 269 — 274.
10. 太田靜行 (1982). 新鮮さを保つために—活魚、鮮魚と冷凍魚—。 *New Food Industry*, 24 (2), 50 — 56.
11. Kazuo S. (1984). Toxication of Muscle after Thawing of Frozen Puffer Fish. *Bulletin of the Japanenese Society of Scientific Fisheries*, 50 (20), 341 — 347.
12. Hitoshi U. (1984). Partial Freezing as a New Method for Long Period Preservation of Sea Urchin Gonad. *Bulletin of the Japanese Society of Scientitic Fisheries*, 50 (5), 839 — 843.