

## 貝類의 冷凍에 關한 研究

### 4. 오분자기의 凍結貯藏溫度에 따른 品質의 變化

宋大鎭 · 河璉桓 · 金洙賢  
(理工大學 食品工學科)

### Studies on Freezing of Shellfish

#### 4. Quality Changes of Abalone, *Haliotis diversicolor japonica*, by the Freezing Storage Temperature

**Dae-jin SONG · Jin-hwan HA and Soo-hyun KIM**

(Department of Food Science and Technology, College of Natural Sciences and Engineering)

To obtain the basic data for utilizing abalone, *Haliotis diversicolor japonica* more effectively the quality changes as pH, drip, water holding capacity (WHC), texture, color difference and histological observation in shelled and frozen products during storage were carried out.

It was noticed that the pH of frozen products (-10°C and -35°C) were not changed markedly, thaw exudate (drip) and volatile basic nitrogen (VBN) were slightly increased as the storing period prolonged but fairly good freshness was maintained until 3 months in the storage of -35°C. The water holding capacity for all frozen products were steadily decreased to show 10% and 7% down at -10°C and -35°C respectively with 3 months storage on the base of raw materials. With all frozen products it was observed that hardness was increased up until the 1 month storage period and then suddenly dropped while toughness was decreased steadily. No significant changes in cohesiveness with the -10°C storage were observed but with -35°C, it was dropped rapidly after 2 months storage while elasticity was not changed markedly for all frozen products. The color difference expressed as a value was not changed markedly while the L value was decreased steadily. The b and ΔE value were increased continually as the frozen period was extended. It was confirmed that both the growth of ice crystal and aggregates of muscle bundle were prominent at the higher storage temperature in histological observation.

緒 言

오분자기, *Haliotis diversicolor japonica*는 潮間帶 부근의 암초에서 生活하는 水産生物로 우리나라에서는 주로 濟州道 부근에서 生産되며 특히 그 外形과 조직감이 전복과 類似하여 날 것이나 짓갈 또는 찌개 등으로 調理하여 食用되는 濟州 名産品중의 하나로 最近에는 外國으로 輸出되기도 하여 濟州道の 漁民所得 增大에 큰 비중을 차지하고 있다.

그러나 오분자기도 다른 貝類들 처럼 非加食部가 상당한 量을 차지하고 있고 특히 濟州道에서는 氣候條件이 좋지 않으면 採集, 管理, 輸送 등 여러가지 利用上의 어려움을 갖게 되므로 보다 効果인 利用方法이 要求되는 實情이다. 오분자기에 대한 研究는 많지만 주로 生物學인 것이고 食品學인 것으로는 河等<sup>1)</sup>의 呈味成分에 대한 研究報告가 있을 정도이다.

本 研究는 오분자기를 보다 効果의으로 利用하기 위한 食品學의 基礎資料를 얻기 위하여 오분자기를 脫殼, 凍結한 後 凍結貯藏중의 品質變化를 實驗하였다.

材料 및 方法

1. 材料

濟州市 水協共販場에서 鮮도가 良好한 오분자기, *Haliotis diversicolor japonica*를 購入하여 貝殼과 內臟을 除去하고 水洗한 다음 polyethylene 접주머니에 넣어서 -10℃와 -35℃에서 凍結하였으며 이 凍結試料를 같은 溫度에서 貯藏하여 두고 實驗에 使用하였다.

2. 實驗方法

- 1) 水分: 常壓加熱乾燥法으로 定量하였다.
- 2) pH: pH meter(Fisher accument pH meter, model 630)로 測定하였다.
- 3) 유리드립: 田中<sup>2)</sup>의 方法으로 測定하였다.
- 4) 揮發性鹽基窒素: Conway unit를 利用한 微量擴散法<sup>3)</sup>으로 定量하였다.
- 5) 保水力: 田中<sup>2)</sup>의 方法으로 油壓式壓力計를 利用하여 加壓한 肉質 水分의 全水分에 對한 比로써 算出하였다.
- 6) Texture: 1cm의 크기로 切斷한 試料肉을 Instron texturometer(Instron 1140)로 加壓하여 얻어진 fore-deformation 曲線에서 몇 가지 파라미터를 測定하였다. Instron texturometer의 條件은 Table 1과 같고 hardness는 Bourne<sup>4)</sup>의 方法으로, toughness는 第1變形曲線

Table 1. Conditions employed for texture profiles of abalone using the Instron texturometer

Sample size	1 cm × 1 cm
% deformation	70
Crosshead speed (cm/min.)	5
Chart speed (cm/min.)	10
Number of bite	2
Load (kg)	20

의 面積으로 計算하였으며 Cohesiveness와 Elasticity는 各各 Kapsalis<sup>5)</sup>와 Mohsenin<sup>6)</sup>의 方法에 따라 算出하였다.

7) 色調: 試料肉을 切斷하여 表面에 對하여 直視色差計(日本電色, model ND-1001 DP)로 L 값, a 값, b 값 및 JE 값을 測定하였다.

8) 光學顯微鏡에 依한 組織觀察: 生試料는 直徑 0.8~1cm, 길이 1~1.5cm의 肉片으로 하여 10% formalin으로 固定하였고 凍結狀態의 試料는 凍結置換法에 依하여 固定하였다. 즉 -10℃와 -35℃로 凍結된 試料肉片을 各各 그 溫度로 되어져 있는 10% formalin-alcohol 液에 投入하여 2~3日間 그 溫度에 放置하여 固定하였다. 固定 後의 各 試料 肉片을 常法<sup>7)</sup>에 따라 水洗, gelatin 包埋 後 Sartorius 凍結 microtome으로 두께 10~15μ의 遊離切片으로 만들어 Eosin 單染色, Apathy gum syrup으로 封入하여 檢鏡하였다.

結果 및 考察

오분자기 凍結貯藏중의 水分含量, drip 및 pH의 變化는 Table 2에 나타난 것과 같다. 水分含量과 pH는 -10℃와 -35℃에서 凍結貯藏한 것이 다 같이 全貯藏期間을 통하여 큰 變化가 없었고 drip 量은 貯藏期間이 길어짐에 따라 점차 增加하였다. 凍結貯藏중의 揮發性鹽基窒素의 變化는 Fig. 1과 같다. -10℃에서 貯藏한 것은 1個月 後에 20mg%를 나타내었으나 그 以後 점차 增加하여 3個月 後에는 28mg%를 나타내었다. 한편 -35℃에서 貯藏한 것은 3個月 後에도 22mg%를 나타냄으로서 全貯藏期間을 통하여 비교적 좋은 鮮度를 維持하였다. Fig. 2는 凍結貯藏중의 drip 量과 保水力의 變化를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는 것과 같이 drip 量은 貯藏期間이 길어짐에 따라 점차 增加하여 -10℃에서 貯藏한 경우 2個月과 3個月 後에는

Table 2. Changes in moisture content, drip and pH of abalone during storage at -10°C and -35°C

Days in storage	-10 °C			-35 °C		
	Moisture Content (%)	Drip (%)	pH	Moisture Content (%)	Drip (%)	pH
0	77.4	-	5.9	77.4	-	5.9
30	77.2	7.9	5.9	77.1	6.2	5.9
60	76.8	11.4	6.1	76.5	7.3	6.1
90	76.5	13.2	5.9	76.1	8.9	6.0

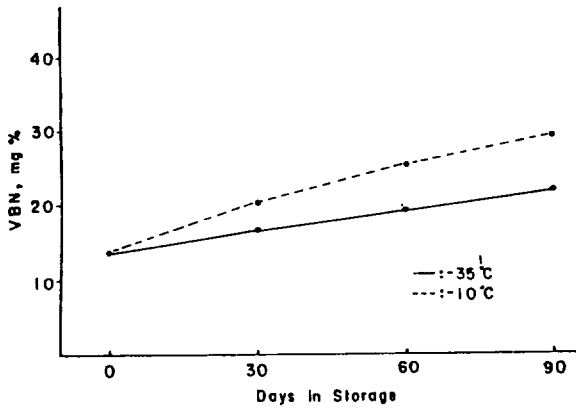


Fig. 1. Changes in volatile basic nitrogen (VBN) of abalone during storage at -10°C and -35°C.

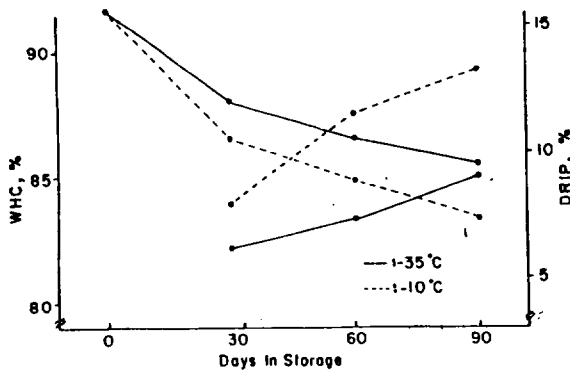


Fig. 2. Changes in thaw exudate (drip) and water holding capacity of abalone during storage at -10°C and -35°C.

●—● : water holding capacity  
○—○ : drip

各各 11.4%와 13.2%를 나타냄으로서 1個月後에 比하여 1.4倍 및 約 1.7倍까지 增加하였으며 -35°C의 경우도 -10°C에 比하여 變化幅은 적었으나 3個月 後에는 1個月에 比하여 約 1.4倍까지 增加하였다. 凍結貯藏中 保水力은 점차 減少하였다. -35°C에서 貯藏한 경우 2個月 後의 保水力은 -10°C에서 1個月 貯藏한 것과 비슷하였으나 凍結前 試料에 比하여 約 6% 정도 減少하였고 -10°C에서 3個月 貯藏하였을 때는 凍結前 試料에 比하여 約 10%까지 保水力이 減少함을 볼 수 있었다. Law 등<sup>8)</sup>은 凍結貯藏 蓄肉에 있어서 貯藏期間이 길어짐에 따라 保水性이 低下한다고 報告하였고 宋<sup>9)</sup>과 宋 등<sup>10)</sup>은 전복 및 옥돔의 凍結에 關한 研究에서 貯藏期間이 길어짐에 따라 遊離水의 含量은 增加하는 반면 保水力은 점차 減少한다고 하였으며 趙<sup>11)</sup>는 정어리 소시지의 품질개선에 關한 研究에서 變性防止劑를 添加하지 않은 冷凍고기 試料은 drip 量은 현저히 增加하고 保水力은 눈에 띄게 減少하였다고 報告하면서 保水力 增進 및 drip 發生 抑制에 انسان의 添加가 有效하다고 하였다.

生試料과 貯藏試料을 무작위로 8~10個씩 取하여 texture를 測定한 結果는 Table 3에 나타낸 것과 같다. -10°C에서 貯藏한 경우 hardness는 1個月 後에는 약간 增加하였으나 그 以後 급격하게 減少하였고 toughness도 급격히 減少하여 3個月 後에는 生試料의 半에도 미치지 못하는 값을 나타내었다. 그러나 cohesiveness와 elasticity는 약간의 增減은 있었지만 全 貯藏期間을 통하여 生試料과 비슷한 값을 나타내었다. -35°C의 경우 hardness와 toughness는 다 같이 -10°C와 같은 경향을 나타내었지만 -10°C에 比하여 더 큰 變化幅을 보였으며 elasticity도 -10°C에서와 같이 全 貯藏期間을 통하여 生試料과 비슷한 값을 나타내었다. 그러나 cohesiveness는 1個月 後에 약간 增加하였으나 2個月째에는 급격히 減少하였다. 田中<sup>12)</sup>는 北洋明太 凍結貯藏中 筋肉의 軟함은 갑자기 없어지는 반

**Table 3. Changes of hardness, toughness, cohesiveness and elasticity of abalone during storage at -10°C and -35°C**

Days in storage	-10 °C				-35 °C			
	H	T	Co	E	H	T	Co	E
0	21.5 ± 0.9	6.3 ± 0.4	0.23 ± 0.01	0.90 ± 0.02				
30	23.4 ± 2.1	4.3 ± 0.1	0.25 ± 0.02	0.86 ± 0.02	27.6 ± 1.8	6.2 ± 0.5	0.32 ± 0.02	0.87 ± 0.04
60	14.5 ± 0.9	4.5 ± 0.2	0.22 ± 0.02	0.88 ± 0.01	16.8 ± 0.6	5.2 ± 0.5	0.16 ± 0.00	0.91 ± 0.02
90	12.4 ± 1.3	3.0 ± 0.4	0.24 ± 0.02	0.86 ± 0.03	7.8 ± 0.2	2.1 ± 0.3	0.18 ± 0.01	0.89 ± 0.02

H: hardness, T: toughness, Co: cohesiveness, E: elasticity

면 筋肉이 점차 질겨져서 12個月 후에는 상당히 sponge 化된 硬化를 느꼈다고 報告하였고 Lee 등<sup>13)</sup>은 고등어 steak 凍結貯藏中 hardness와 cohesiveness는 서서히 增加하고 elasticity는 조금씩 減少하였다고 報告한 바 있다. Table 4는 凍結貯藏中の 色調의 變化를 測定한 것이다. Table에서 볼 수 있는 것과 같이 -10°C와 -35°C

다 같이 L 값(明度)은 계속적으로 減少하였으며 a 값(赤色度)은 뚜렷한 變化를 볼 수 없었고 b 값(黃色度)과 ΔE 값(色差)은 계속 增加하는 경향이였다. 이와 같은 結果로 보아 오분자기 凍結貯藏中の 變色은 黃色度の 增加가 주된 것이라고 볼 수 있으므로 역시 褐變이 問題가 될 것으로 생각된다.

**Table 4. Changes of color difference of abalone during storage at -10°C and -35°C**

Days in storage	-10 °C				-35 °C			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	58.1	-2.2	2.1	38.6				
30	53.4	-4.4	3.5	43.6	52.5	-2.8	7.4	44.8
60	51.5	-2.8	9.7	46.3	52.3	-3.3	9.5	45.1
90	48.5	-2.4	11.3	49.4	50.4	-3.1	10.7	47.5

生鮮狀態와 凍結貯藏 3個月 後의 組織사진은 plate 1과 같다. 生鮮狀態의 筋肉組織은 筋纖維(平滑筋)가 늘고 緻密하며 筋纖維의 走行이 zig zag 하게 相互 얽혀 있는 狀態였다. 全體的인 筋肉構造는 소라<sup>14)</sup>, 전복<sup>9)15)</sup>, 오징어<sup>16)</sup> 등의 그것과 비슷하였다. 凍結貯藏 3個月 後의 凍結狀態組織(Fig.1.; -35°C, Fig.3.; -10°C)은 모두 生鮮狀態의 組織(Fig.2.)에 比하여 內部構造의 變化和 氷結晶의 成長을 볼 수 있었다. 氷結晶의 크기는 貯藏溫度에 따라 다르며 -35°C의 것은 筋細胞外에 작게 形成되며, -10°C에서 貯藏한 것도 역시 筋細胞外에 形成되어지나 氷結晶의 形態가 크고 길게 뻗은 氷柱狀의 것이었다. 오분자기에서도 凍結貯藏溫度가 높을수록 氷結晶은 큰 경향을 나타내었다. -10°C 凍結貯藏에서의 氷結晶의 成長狀態는 筋束外(細胞外)에 發生한 氷結晶이 貯藏期間의 長期化和 함께 인접한 氷結晶들끼리 合하여져서 크게 되어짐과 동시에 길어진

氷柱狀으로 되어진다. 즉 -10°C 貯藏에서는 작은 氷結晶의 數가 적어지는 反面에 氷結晶은 커지는 것으로 보여진다. -35°C 貯藏에서도 氷結晶의 成長은 보여지나 그 程度는 아주 근소하였다. 이와 같은 凍結貯藏溫度의 差異에 따른 氷結晶의 成長은 筋纖維 또는 筋束全體를 壓迫하게 되므로 筋肉은 脫水, 收縮을 일으키게 되며 특히 -10°C에서 3個月 貯藏했을 때 組織이 거칠어지고 保水性和 texture가 떨어지는 것도 이와 같은 筋肉組織의 變化和 關連하는 것이리라 생각되어진다.

要 約

오분자기를 보다 効果的으로 利用하기 위한 基礎資料를 얻기 위하여 오분자기를 脫殼, 凍結한 後 凍結貯藏中の 品質의 變化를 實驗하였다.

凍結貯藏中 pH는 거의 變化가 없었고 drip 量은 조금씩 增加하였으며 揮發性鹽基窒素도 조금씩 增加하였으나  $-35^{\circ}\text{C}$ 의 경우 3個月까지는 좋은 鮮度を 維持하였다. 保水力은 점차 減少하여 貯藏 3個月後에는  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서 貯藏한 경우가 10%,  $-35^{\circ}\text{C}$ 는 約 7%까지 減少하였다. hardness는  $-10^{\circ}\text{C}$ 와  $-35^{\circ}\text{C}$  다 같이 1個月까지 增加하다가 以後 급격하게 減少하였으며 toughness는 계속 減少하였다. cohesiveness는  $-10^{\circ}\text{C}$ 의 경우 큰 變化가 없었으나  $-35^{\circ}\text{C}$ 의 경우는 2個月째에 급격히 減少하였으며 elasticity는  $-10^{\circ}\text{C}$ 와  $-35^{\circ}\text{C}$ 의 경우 모두 큰 變化가 없었다. 色調의 變化에서 a값은 큰 變化가 없었으나 L값은 계속 減少하였고 b값과  $\Delta E$  값은 계속 增加하였다. 組織學的 觀察의 結果 貯藏溫度가 높은 것일수록 氷結晶의 成長과 筋束끼리의 응집이 현저함이 確認되어졌다.

參 考 文 獻

- 1) 河礎桓·宋大鎭·李應昊(1982): 오분자기의 呈味成分. 韓水誌., 15(2), 117.
- 2) 田中武夫(1969): 冷凍タラ肉의 硬化에 關する 電子顯微鏡의 研究. 冷凍, 45, 59.
- 3) 日本厚生省編(1960): 食品衛生檢査指針·IV. 揮發性鹽基窒素. pp.13.
- 4) Bourne, M. C.(1968): Textural Properties of Ripening Pears. J. Food Sci., 33, 223.
- 5) Kapsailis, J. G., B. Drake and B. Johansson(1970): Textural Properties of Dehydrated Foods. Relationships with the Thermodynamics of Water Vapor Sorption. J. Texture Studies, 1, 285.
- 6) Mohsenin, N. N.(1970): Physical Properties of Plant and Animal Materials. Vol. 1. Structure, Physical Characteristics and Mechanical Properties. Gordon and Breach Science Pub., N. Y., U.S.A.
- 7) 佐野豊(1965): 組織學研究法. 南山堂. 東京. pp.55.
- 8) Law, H. M., S. P. Yang, A. M. Mullins and M. M. Fielder(1967): Effect of Storage and Cooking on Qualities of Loin and Top-round Steaks. J. of Food Sci., 32, 637.
- 9) 宋大鎭(1973): 전복의 凍結에 關한 研究. 1. 凍結速度가 전복品質에 미치는 영향. 韓水誌., 6(3), 101.
- 10) 宋大鎭·許宗和·姜泳周(1977): 옥돔의 凍結에 關한 研究. 1. 凍結貯藏溫度와 藥品處理가 品質에 미치는 影響. 韓水誌., 10(4), 221.
- 11) 趙舜榮(1983): 정어리 소시지의 品質改善에 關한 연구. 釜山水大大學院 工學碩士學位請求論文.
- 12) 田中武夫(1965): 冷凍タラ肉의 스폰지化에 關する 研究. 冷凍, 40, 3.
- 13) Lee, E. H., J. K. Jeon, S. Y. Cho, Y. J. Cha and S. Y. Jung(1982): Processing Conditions and Quality Stability of Precooked Frozen Foods during Frozen Storage. 1. Processing Conditions and Quality Stability of Mackerel Steak during Frozen Storage. Korean J. Food Sci. Technol., 14(4), 927.
- 14) 高橋豊雄·田中照子(1961): サザエ의 肉について. 東海區水研報., 30, 925.
- 15) 宋大鎭(1978): 전복의 凍結에 關한 研究. 2. 凍結에 依한 전복組織의 變化. 韓水誌., 11(2), 91.
- 16) 田中武夫(1958): イカ肉의 利用加工에 關する 組織學的及 組織化學的 研究—I. イカ肉의 組織學的特性. 東海區水研報., 20, 77.

Plate 1. Histological changes of adductor muscle tissue of abalone which had been stored in frozen state at  $-10^{\circ}\text{C}$  and  $-35^{\circ}\text{C}$  for 3 months.

Fig. 1. Cross section of adductor muscle of abalone in frozen state at  $-35^{\circ}\text{C}$ (x45). Showing extracellular freezing and the presents of many small ice crystals.

Fig. 2. Cross section of fresh adductor muscle of abalone (x45).

Fig. 3. Cross section of adductor muscle of abalone in frozen state at  $-10^{\circ}\text{C}$ (x45). Showing the decrease in number of small ice crystals and growth in size as long bar shape.

PLATE I

