

바다방석고둥의 凍結貯藏中の 品質의 變化

金昌龍, 宋大鎭

Quality Changes of Top Shell, *Omphalius Pfeifferi Capenteri*, During Frozen Storage

Chang-Young Kim and Dae-Jin Song

ABSTRACT

To investigate the physical, chemical, and histological quality changes during frozen storage, top shell, *Omphalius pfeifferi capenteri*, was stored under the temperatures of -18°C, -25°C, and -30°C immediately after shelling.

The results are as follows :

1. Generally, pH was increased but a little change was observed at -30°C. Amount of free drip was increased with higher frozen temperature and longer frozen storage period.
2. Water holding capacity was almost as constant at -30°C as immediately after frozen, but the longer storage period goes the lower water holding capacity was observed.
3. The extractibility and composition of muscle protein, sarcoplasmic protein and stroma protein were rather stable regardless of frozen temperature and frozen storage period however, extractibility of myofibrillar protein was decreased with higher frozen temperature and longer frozen storage period.
4. On the changes of muscle tissue structure, following points were observed.
 - 1) In the muscle tissue structure of fresh sample, fine muscle fiber was closely distributed all over the tissue regardless of cross and longitudinal section.
 - 2) Immediately after freezing, tiny ice crystals were in extracellular part regardless

of different frozen temperature, these were restored satisfactorily into the muscle tissue after thawed.

3) In tissue structure under frozen state, it was observed that ice crystals apparently grew with the higher storage temperature. Empty spaces between muscle bundles which were formed by aggregation of muscle fiber were observed after 3 months storage at -18°C .

4) Tissue structure in thawed state was restored satisfactorily after 1 month storage regardless of storage temperature. After 3 months storage at -30°C , muscle tissue was well restored, but at -18°C , empty spaces were appeared due to imperfect restoration.

I. 緒 論

바다방석고둥, *Omphalius pfeifferi carpenteri*, 은 本道에서는 수두리라고 불리우며 10여 種類의 비슷한 것들을 通稱하여 보말이라고 부르고 있다.

腹足綱, ば고둥科에 속하는 보말은 潮間帶 부근의 水深이 얇은 岩礁등지에 서식하는 貝類로서 껍질은 원추형으로 殼底는 평평하고, 껍질 표면은 흑색으로 평평하며 매끈하나 성장맥이 있으며 두껍은 짙은 갈색으로 원형이며 남해안에도 다수 분포하고 있다(柳, 1977).

다른 種類에 비해서 비교적 크고 많은 量이 棲息하고 있는 바다방석고둥과 ば고둥 등은 沿岸漁民들에 의해 삶거나 찐 후 자반을 하여 밀 반찬으로 식용되어 왔는데 獨特한 觸感과 맛을 지니고 있다. 또한 최근에는 총생산량 220% 중 69%이 日本으로 輸出되어(濟州水協, 1987) 沿岸漁民의 所得增大에도 기여하고 있다. 그러나 이러한 魚貝類는 組織 自體가 軟弱하여 細菌의 附着기회가 많고, 대개의 경우 內臟이 있는 그대로 流通되므로 自己消化등에 의한 變質이 일어나기 쉽기 때문에, 이러한 品質變化를 抑制하기 위하여 低溫 및 凍結貯藏法이 널리

이용되고 있으나 凍結貯藏後 解凍하였을 때 일어나는 復元不充分 및 여러가지 物理, 化學的인 變化를 수반하는 것 등이 때로는 문제점이 되기도 한다. 또한 凍結貯藏法은 低溫일수록 品質 變化를 최소한으로 줄일 수 있기 때문에 凍結 및 凍結貯藏이 低溫化되어지고 있으나 에너지 절약면에서 볼 때 막대한 에너지손실의 문제가 있으므로 각 水産物에서의 적합한 凍結溫度와 貯藏期間과의 관계에 대한 資料를 提供하기 위하여 다방면으로 研究가 進行되고 있는 실정이다(小嶋와 大高, 1984, 1985, 1986).

河端(1953)은 참치 筋肉構造特性和 腐敗時의 筋肉組織變化의 研究에서 筋肉細胞를 기준으로한 生體組織의 變化를 무시한 化學的인 實驗만으로는 理解하기 어려운 점이 많다고 지적하였고, 田中(1958)은 오징어와 문어의 筋肉構造 및 筋組織의 特性을 一般魚類와 比較檢討함으로서 利用加工을 위한 基礎資料를 제공하였으며, 高橋와 田中(1961)은 소라 筋肉組織의 構造와 자숙에 따른 組織의 變化를 밝혔으며, Tanikawa와 Yamashita(1961)는 전복의 筋肉組織이 一般魚類와 다르다고 보고하였다.

Love와 Haroldson(1961)은 대구의 凍結貯藏中 死後硬直前의 狀態에서 凍結한 것에서는

細胞内に 氷結晶이 생기며 筋細胞에 損傷이 적다고 하였다. 또한 硬直前에 凍結한 것은 解硬後에 凍結한 것보다 貯藏中에 蛋白質의 變性이 적고, 凍結速度가 빠르고 느낌에 따라 組織構造上에 나타나는 損傷도 差異가 있다고 하였으며, 西元(1962)는 凍結한 魚肉을 解凍하였을 때 드림량과 蛋白質의 變性 및 組織變化와의 관계를 밝혔고, 田中(1965, 1969)는 명태筋肉을 凍結하게 되면 myofilament가 凝集하게 되고 이를 長期貯藏하면 sponge化가 된다고 하여 이 sponge化를 防止하기 위해서는 명태肉의 脫水, 脫가스, 急速凍結이 効果的인 方法이라는 것을 밝혔다. 그리고 死後硬直의 前과 後에 따라 氷結晶 分布에 差異가 있으며, 筋肉組織과 保水性의 관계에서는 死後硬直前의 것을 낮은 온도로 凍結한 것이 保水性이 좋다고 報告하였다(田中, 1969).

송(1973, 1978)은 전복은 凍結方法에 따른 組織 變化의 差異가 없으며 一般魚類보다 凍結에 의한 損傷이 적었으며, 그 組織構造는 소라와 비슷하고 死後硬直은 一般魚類보다 빨리 오며 그 期間은 짧다고 하였다.

Bello 등(1981)은 금붕어를 材料로 하여 死後變化와 凍結速度에 따른 組織의 變化를 觀察한 結果 急速凍結하거나 緩慢凍結하거나 모두 細胞外 空間이 增加하고 氷結晶에 의해 筋原纖維가 壓搾되고 筋内膜이 破裂되는 현상이 일어났으며, 急速凍結한 것은 細胞内に 氷結晶이 많이 생겼으나 緩慢凍結한 것은 細胞内外에 커다란 氷結晶이 적게 생기고 筋纖維가 심하게 壓搾, 萎縮되었다고 報告하였으며, 또한 Bello 등(1982)은 魚肉을 액체질소에 의해 急速凍結하면 組織의 微細構造 變化를 최소한도로 줄일 수 있다고 하였다.

그러나 지금까지 바다방석고등의 凍結貯藏中에 일어나는 品質變化에 관한 研究는 거의 없는 실정으로 自然食品 그대로의 需要라는 면에서는 바다방석고등에서도 活貝狀態로의 輸送 및 貯藏이 바람직하나 현재 80% 정도를 차지하고 있는 貝殼 및 非可食部등이 제거되지 않은 채 輸出, 運送되어지고 있어 運送費의 節減 및 食生活의 便利化라는 점에서는 바람직한 것은 아니라고 본다.

本 實驗은 바다방석고등의 效率인 運送과 利用의 면을 고려하여 脫殼하여 內臟을 제거한 후 임의의 크기로 block상으로 하여 -18°C , -25°C , -30°C 에서 凍結하여 각 凍結溫度에 따른 貯藏期間중의 pH, 遊離드림, 保水性 및 筋肉蛋白質의 組成과 溶出性의 變化 그리고 凍結 및 解凍에 의한 筋肉組織構造의 變化등에 대해서 觀察하였다.

II. 材料 및 方法

1. 材料

1988년 2월 6일 제주도 탐동 해안가에서 직접 채취한 바다방석고등, *Omphalius pfeifferi capenteri* (平均重量 11g, 平均殼高 2.5cm, 平均殼長 5cm), 을 活貝狀態에서 貝殼 및 內臟을 제거하여 腹足肉만을 試料로 實驗에 사용하였다.

2. 凍結貯藏 및 解凍

1) 凍結貯藏

試料를 polyethylene 접주머니(두께 0.05mm)에 넣어서 電氣冷藏庫에서 -18°C , -25°C , -30°C 로 3개월간 凍結貯藏하였다.

2) 解凍

試料의 中心溫度가 2-3°C 될 때까지 5°C의 冷藏庫에서 靜止空氣解凍(3-6시간) 하였다.

3. 實驗方法

1) pH

pH는 凍結狀態의 試料肉을 細切한 후 유발 내에서 磨碎하고 3배량의 증류수를 가하여 均質시킨 후 pH meter(CORNING M120)를 사용하여 測定하였다.

2) 遊離드립

약 2g의 凍結試料肉을 여지를 간 페트리접시에 넣고 5°C 冷藏庫 안에서 방치하여 靜止空氣解凍한 後 解凍前과 後의 減少量의 原重量에 대한 百分率로 나타내었다.

3) 保水性

田中(1969)의 方法으로 遊離드립量 測定後의 試料肉을 東洋여지 No.2로 上下로 싸서 油壓試壓力計를 이용하여 10kg/cm²으로 2분간 加壓한 후 常壓加熱乾燥法에 의해 水分量을 測定하고 試料肉의 水分量에 대한 百分率로 나타내었다.

4) 蛋白質의 抽出 및 定量

志水와 清水(1960)의 方法을 改良한 小長谷(1978)의 方法에 따랐다. 즉 細切한 試料 2g을 10ml 인산염 완충액(I:0.05, pH:7.5)과 함께 homogenizer(Ultra turrax TP18/10S1, KARL KOLB)로 2분간 均質化하고 6,000rpm에서 30분간 遠心分離하여 얻어진 상등액중의 窒素量을 水溶性蛋白態窒素로 하였다. 抽出後 殘渣에 鹽溶液(10ml KClphosphate buffer pH7.5)을 넣어 均質化하여 얻어진 상등액중의 窒素量을 筋原纖維蛋白態窒素로 하고 잔사에

0.1N 가성소다용액으로 현탁하여 하루밤 방치하고 위와 같이 遠心分離하여 얻어진 상등액중의 窒素를 정량하여 이를 알칼리可溶性蛋白態窒素로 하였다. 알칼리 抽出후의 잔사중의 窒素를 정량하여 이를 基質蛋白態窒素로 하였다. 위의 抽出을 포함한 방치중의 모든 조작은 5°C 이하에서 행하였으며 窒素의 정량은 미량켈달법으로 하였다.

5) 光學顯微鏡 標本의 製作

顯微鏡 標本은 宋(1973, 1976, 1978, 1982)의 方法으로 다음과 같이 檢鏡用 標本을 만들었다.

(1) 固定

試料肉을 約 1cm의 정방형으로 잘라 10% formalin으로 室溫에서 1-2일간 固定하였다. 凍結試料는 凍結置換法(佐野, 1980)에 의하여 -18°C, -25°C 및 -30°C로 冷却한 formalin-alcohol 溶液으로 위의 溫度의 冷藏庫에서 2일간 固定하였다. 解凍後의 試料는 生試料와 같은 方法으로 固定하였다.

(2) 젤라틴 包埋

固定이 끝난 試料肉을 流水에서 1-2일간 씻은 다음 10% 젤라틴(1% 페놀 添加) 溶液속에 넣어서 37°C에서 1-2일간 浸透시킨 다음, 30% 젤라틴(1% 페놀 添加) 溶液에 옮겨 1-2일간 浸透시켰다. 그 다음 5°C 冷長庫에서 젤라틴을 凝固시켜 試料 block을 만든 後 10% formalin 溶液속에 1일간 넣어 젤라틴을 固化시켰다.

(3) 遊離切片의 製作

Cryostat microtome(OFT/CS, BRIGHT instruments Co.)으로 10-25μ의 遊離切片을 만들었다.

(4) 染色

遊離切片을 2% eosin溶液으로 單染色하여

apathy gum syrup으로 封入하여 檢鏡하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. pH의 變化

新鮮狀態 및 凍結直後와 凍結貯藏 3개월간의 바다방석고둥肉의 pH變化를 Fig. 1에 나타내었다. 脫殼直後 新鮮狀態에서의 試料肉 pH는 6.78이었으나, 凍結溫度에 따라 그리고 貯藏期間이 길어짐에 따라 점차 增加하는 경향을 보이고 있으며, -18℃ 凍結貯藏에서는 貯藏 1개월째에 7.15까지 增加하였다가 減少하였으며 3개월째에는 7.01까지 減少하였다. 또한, -25℃와 -30℃ 凍結貯藏에서는 貯藏 2개월까지 약간의 增加를 보이고 -25℃ 3개월 貯藏째에 7.23으로 급격한 增加를 보였으며, -30℃ 貯藏 3개월 後에도 7.0으로 增加하였다. 각 貯藏溫度別로 pH 變化를 비교하면 각 凍結溫度 및 貯藏期間中 전체적으로 6.75-7.2부근으로 中性의 높은치를 유지하고 있으며, -18℃와 -25℃ 貯藏에서

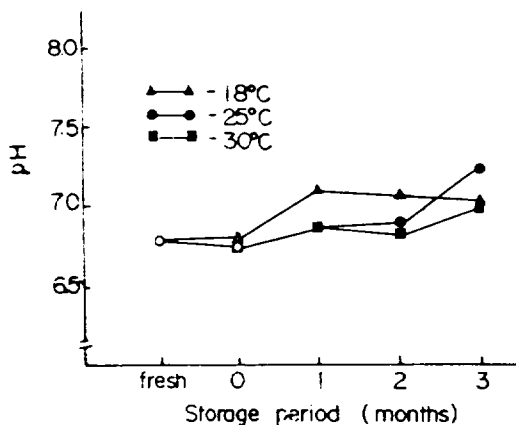


Fig. 1. Changes of pH of top shell during frozen storage.

보다는 -30℃ 貯藏에서 그 變化幅이 가장 적었다. 위와 같은 結果는 宋 등(1987)의 키조개의 凍結貯藏 및 Granelle과 Josepson (1982)의 가리비의 凍結貯藏中에 pH는 거의 변하지 않았다고 하는 結果와 비슷하다고 볼 수 있으며, 宋 등(1985, 1987)의 오분자거나 키조개의 凍結貯藏中の pH 測定値보다는 높은 값을 나타내었다.

2. 遊離드립량의 變化

遊離드립량의 變化를 Fig. 2에 나타내었다.

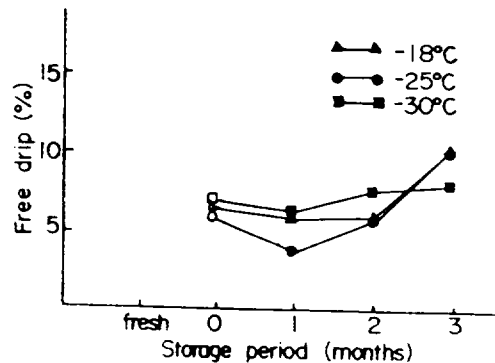


Fig. 2. Changes of the amount of free drip released from top shell when thawed after frozen storage.

遊離드립량은 凍結直後에는 凍結溫度에 관계없이 6-7%로서 비슷하였으나 -18℃, -25℃의 凍結貯藏에서는 2개월째부터 增加하여 3개월째에 10.5%까지 增加하였고, -30℃ 凍結貯藏에서는 貯藏3개월까지 增加는 하였으나 큰 變化는 보이지 않았다. 田中(1965)는 높은 溫度에서 凍結 및 貯藏時 期間이 경과할수록 氷結晶의 成長에 의하여 筋細胞의 萎縮, 脫水 등이 일어나며 그 結果 解凍時 많은 드립이 游출되며 筋細胞도 復元이 不充分하게 되고 심한 경우는 스폰지화

까지 일어난다고 報告하였다. 바다방석고둥의 遊離드립량은 貯藏溫度에 따라 그리고 貯藏期間이 길어짐에 따라 유출량의 차이를 보이고 있으며, 소라(宋 등, 1984)와 오분자기(宋 등, 1985)의 遊離드립량보다는 적은량이지만 凍結溫度가 높고 貯藏期間이 경과한 試料일수록 解凍時에 드립량이 增加하였다는 結果와 비슷한 경향을 나타내었다.

3. 保水性의 變化

保水性의 測定結果는 Fig. 3과 같다. 保水性의 變化는 凍結貯藏期間이 길어질수록 減少하는 結果를 나타내었으며, 貯藏 3개월 후의 保水性은 -18°C 는 49%, -25°C 는 57%, -30°C 는 64%로서 貯藏溫度가 높을수록 保水性의 低下가 현저하였다. -30°C 의 경우는 全 貯藏期間을 통하여 약간씩 減少하였으나 凍結直後와 거의 變化가 없었다.

그러나 바다방석고둥의 保水性은 生試料가 70%였고 凍結直後에 67%로 떨어지는 현상을 보였는데 脫殼直後の 試料를 즉시 凍結하고 解

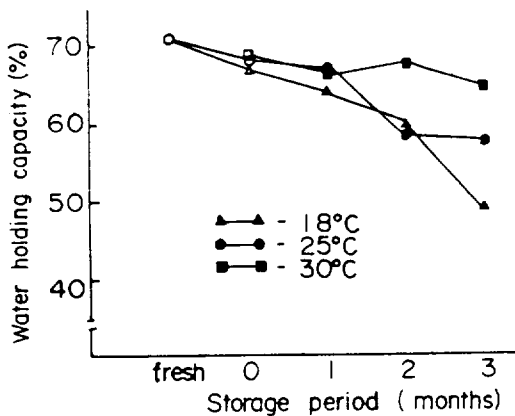


Fig. 3. Changes of water holding capacity in top shell during frozen storage.

凍하는 과정에서 解凍硬直現象과 함께 weeping이 유출되어지기 때문이 아닌가 생각되어지며, 貝類의 weeping현상은 전복(宋, 1973)에서 13%가 되어짐을 報告한 것이 있다.

田中(1969)는 북양산 冷凍명태에서 細胞內凍結 즉, 筋細胞內에 微細한 氷結晶이 多數生成되는 쪽이 細胞外에 少數의 氷結晶을 형성하는 높은 溫度의 凍結에서보다 保水性이 높다고 하였으며, 또한 貯藏期間과 保水性의 관계에 대하여서도 凍結貯藏期間이 長期化될수록 保水性이 低下되므로 冷凍變性的 尺度의 한 方法으로서 保水性變化的 조사를 제창하였다. 梅本과 神名(1969)는 冷凍명태에서 保水性의 低下와 蛋白質 溶出性的 低下와의 관계에는 有意의 相關성이 있음을 報告하였고, 宋 등(1985, 1987)도 오분자기와 키조개의 凍結貯藏中 凍結溫度가 높고 貯藏期間이 길어짐에 따라 保水性이 低下한다고 報告하였는데 바다방석고둥의 경우에서도 一般 魚貝類의 凍結貯藏期間中 保水性의 低下와 같은 結果로 생각된다.

4. 蛋白質組成 및 溶出性的 變化

凍結貯藏중 試料肉 蛋白質의 組成과 溶出性的 變化를 測定한 結果는 Fig. 4-7 및 Table 1에 나타내었다. 新鮮한 試料肉 蛋白質의 각 成分의 組成 및 溶出性は 筋形質蛋白質態窒素가 全窒素의 36%, 筋元纖維蛋白質態窒素가 30%, 알칼리可溶性蛋白質態窒素가 28%, 基質蛋白質態窒素가 6%로 一般魚類의 蛋白質組成과는 組成이 달랐다(Hashimoto 등, 1979; Watabe 등, 1983). 筋形質蛋白質態窒素는 -25°C , -30°C 에서의 凍結貯藏時 全 貯藏期間동안 거의 變化가 없었으며, -18°C 凍結貯藏 3개월째에 약간 減少하였다(Fig. 4). 이것은 深海性魚類(Fukuda 등,

Table 1. Variation of protein composition in top shell during frozen storage

(mg N/g muscle)

Sample	Protein Nitrogen				
	sarcoplasmic	Myofibrillar	Alkali Soluble	Stroma	
Fresh	7.0 (36) *	5.8 (30)	5.4 (28)	1.4 (6)	
0 month	6.8 (35)	5.9 (31)	5.2 (27)	1.3 (7)	
1 month	-30°C	6.7 (35)	6.0 (31)	5.3 (27)	1.4 (7)
	-25°C	6.7 (35)	5.8 (31)	5.1 (27)	1.4 (7)
	-18°C	6.6 (35)	6.0 (32)	5.0 (26)	1.4 (7)
2 months	-30°C	6.8 (35)	5.7 (30)	5.3 (28)	1.4 (7)
	-25°C	6.6 (35)	5.6 (30)	5.3 (28)	1.5 (7)
	-18°C	6.4 (34)	5.4 (29)	5.7 (30)	1.4 (7)
3 months	-30°C	6.4 (34)	5.3 (28)	6.0 (31)	1.4 (7)
	-25°C	6.0 (34)	4.9 (27)	5.7 (32)	1.3 (7)
	-18°C	5.9 (30)	4.1 (23)	6.4 (36)	1.4 (8)

* Numbers in parenthesis represent percentage for total nitrogen

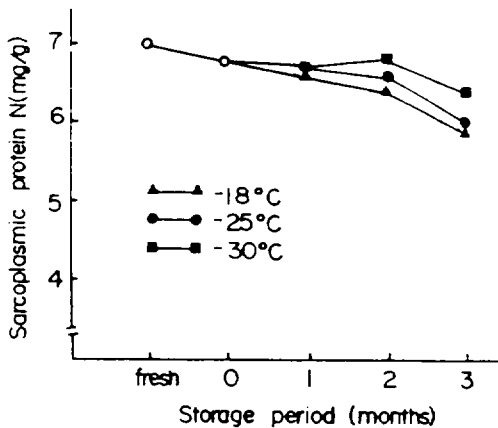


Fig. 4. Changes of the amount of sarcoplasmic protein in top shell during frozen storage.

1981), 북양명태고기물(Shaban 등, 1985), 새우(shaban 등, 1987), 키조개(宋 등, 1987)의 凍結貯藏中에 筋形質蛋白質의 溶出性에 거의 變化가 없었다는 報告와 비슷한 경향이였다. 筋原纖維蛋白態窒素의 溶出性은 -25°C, -30°C 貯藏 3개월째에 全窒素의 27-28%를 나타내므로서 完만한 減少를 보였으나, -18°C 貯藏에서는 1개월후부터 큰폭으로 減少하여 貯藏末期에는 23%로서 다른 貯藏溫度에서보다 낮은 溶出性을 나타내었다(Fig. 5). 그리고 貯藏溫度別로 모두 筋原纖維蛋白態窒素量이 減少하는 만큼 알칼리可溶性蛋白態窒素量은 增加하는 경향을 보였다(Fig. 6). 이러한 結果는 宋 등(1987)의 키조개의 凍結貯藏중 -20°C와 -10°C 貯藏時의 結果와 일치하였다. Fukuda 등(1981)은 深海性魚類에

서 -20°C 이상의 온도에서는 貯藏期間이 길어질수록 筋原纖維蛋白質의 溶出性이 減少하였으나 凍結後에 貯藏溫度를 낮추면 筋原纖維蛋白質의 變性은 억제되어 肉質을 안정하게 長期保存이 가능하며 凍結溫度보다는 貯藏溫度가 낮은 쪽이 變性防止에 효과적이라고 報告하여 凍結後 貯

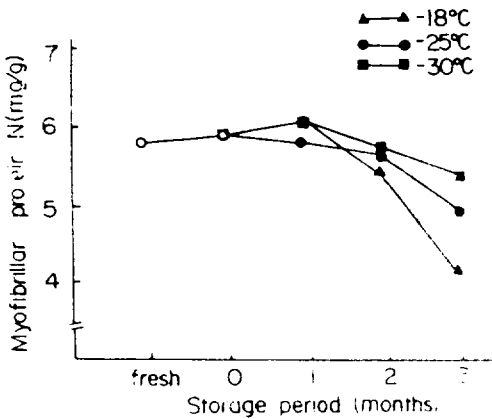


Fig. 5. Changes of the amount of myofibrillar protein in top shell during frozen storage.

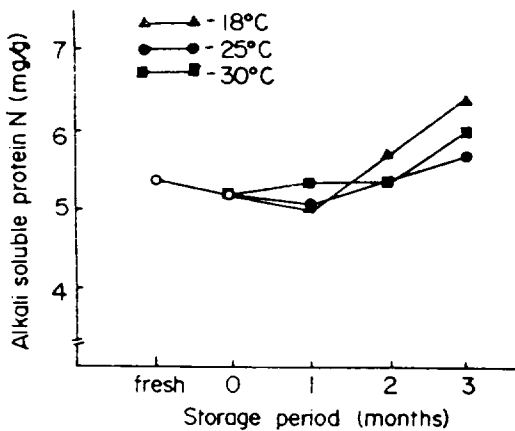


Fig. 6. Changes of the amount of alkali soluble protein in top shell during frozen storage.

藏溫도의 중요성을 시사한 바 있다. 한편 基質蛋白質態窒素量은 Fig. 7에서와 같이 貯藏期間동안 凍結溫度에 관계없이 일정하였다.

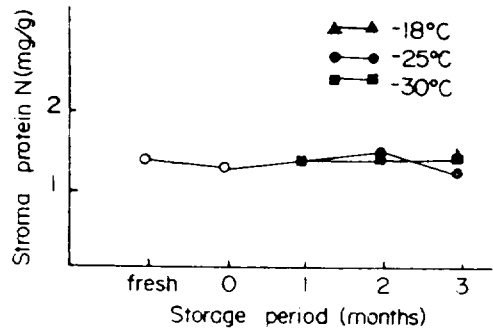


Fig. 7. Changes of the amount of stroma protein in top shell during frozen storage.

5. 筋肉組織構造

1) 바다방석고등의 筋肉組織構造

生試料의 筋肉組織을 관찰한 結果는 plate 1과 같다. 바다방석고등의 肱骨部는 안쪽 筋肉과 달리 筋纖維가 아주 가늘고 가장자리로 갈수록 緻密하여져 더욱 가늘게 되며, 中間部의 筋纖維는 약간 굵어지는데 足部에서는 位置에 따라서 筋肉構造가 약간씩 달라서 안쪽 筋肉部分보다도 筋纖維가 훨씬 작고 거의가 結締組織으로 되어 있었는데 (No. 1, 3) 이는 宋(1978)의 鰓組織에 대한 報告와 일치하는 것이었다. 안쪽 筋肉에서도 橫斷面과 縱斷面의 筋肉構造는 일반 魚類筋肉의 橫斷面, 縱斷面의 構造的 差異와는 달리 거의 비슷하였다. 즉, 바다방석고등의 筋纖維는 오징어(田中, 1958), 소라(高橋와 田中, 1961) 등의 筋纖維와 비슷하며 전복(宋, 1978), 피조개(宋 등, 1984), 오분자기

(宋 등, 1985) 등에 더욱 가까워 아주 가는 筋纖維(2-3 μ)가 zig zag로 緻密하게 배열되어 있고 結締組織이 많은 것이 보통 어류와는 달랐다. 木村와 久保(1968)는 전복筋肉은 部位에 따라 콜라겐含量에 差異가 있어 多量 含有된 周邊部는 中央部보다 훨씬 단단하여 깨물기가 어렵다고 報告하였는데, 바다방석고둥에서도 콜라겐 및 筋纖維가 緻密하게 上下, 左右로 走行하는 것등의 要因이 합쳐져 伸縮이 자유로우면서도 독특한 단단함을 갖는 것으로 생각되어진다.

2) 凍結貯藏중 組織의 變化

試料肉을 -18 $^{\circ}$ C, -25 $^{\circ}$ C -30 $^{\circ}$ C에서 凍結한 直後 凍結된 狀態의 筋肉組織을 관찰한 結果는 plate 2와 같다. 凍結直後의 筋肉組織內에는 凍結溫度에 관계없이 筋細胞의 走行方向을 따라 모두 筋細胞外에 多數의 작은 氷結晶이 生成되어 마치 작은 벌집과 같은 모양을 하고 있었는데, 筋纖維가 緻密한 곳은 역시 작은 氷結晶이 많이 生成되었으며 筋纖維의 緻密度가 적은 곳은 비교적 큰 氷結晶이 적게 生成되었다. 筋細胞外에 氷結晶의 형성으로 인하여 組織內의 筋纖維가 다소 뭉쳐져있는 것을 볼 수 있었으나 凍結溫度差에 의한 組織構造上의 差異는 거의 찾아볼 수 없었다. -18 $^{\circ}$ C에서 1개월 凍結貯藏後 凍結된 狀態의 筋肉組織을 관찰한 結果는 plate 3의 No.1과 No.2와 같다. 凍結直後 細胞外에 발생한 氷結晶은 貯藏期間이 길어짐에 따라 인접한 氷結晶들끼리 합쳐져 크게 되고 筋纖維의 走行方向에 따라 氷結晶이 길어진 氷柱狀을 形成하였으며, 凍結直後보다 筋纖維끼리의 뭉쳐짐이 현저하였다. 즉, -18 $^{\circ}$ C 凍結貯藏에서는 작은 氷結晶의 數가 적어지는 反面에 氷結晶은 크게 되었다. -18 $^{\circ}$ C 3개월 貯藏에서는

貯藏 1개월째에 성장하였던 氷結晶들끼리 더욱 뭉쳐져서 大形의 氷柱狀으로 되어졌다(plate 4, No.1, 2). -25 $^{\circ}$ C 凍結貯藏에서는 貯藏 1개월(plate 3, No.3, 4)째에 凍結直後와 差異를 나타내고 있으며 貯藏 3개월(plate 4, No.3, 4)에 氷結晶이 成長한 것을 볼 수 있었지만, -18 $^{\circ}$ C 貯藏에서와 같은 大形의 氷結晶은 나타나지 않았다. -30 $^{\circ}$ C 凍結貯藏에서는 1개월까지 變化가 없었으며(plate 3, No.5, 6) 貯藏 3개월째에 氷結晶의 成長은 보이지만 그 정도는 아주 작았다(plate 3, No.5, 6). Love(1958 a, b)는 凍結貯藏에 의한 대구 筋肉의 構造變化에 대한 研究에서 凍結貯藏後 細胞內외의 氷結晶 生成率을 筋細胞 面積에 대한 百分率로 표시하여 높은 溫度로 貯藏한 것일수록 그리고 貯藏期間이 길어진 것일수록 氷結晶에 의한 空間面積 比率이 높다고 報告하였으며, 田中(1973)도 凍結速度의 差異에 따라 生成되는 氷結晶의 크기와 位置에 差異가 있다고 報告하였다. 宋 등(1984)은 피조개의 凍結貯藏中 貯藏溫度가 높을수록 細胞外에 生成된 氷結晶이 貯藏期間의 長期化와 더불어 隣接한 氷結晶끼리 합쳐져 크게되고 동시에 길게된다고 報告하였으며, 田中(1965)는 細胞外凍結肉의 檢鏡結果에서 thick filament의 두께가 약 1/3로 收縮되어지는 현상에 대하여 細胞外凍結에 의한 脫水가 長期化됨에 따라 收縮되어져 일어나는 것으로 推定한 바 있다. 즉, 바다방석고둥의 凍結狀態의 組織에서도 마찬가지로 凍結溫度보다는 貯藏溫度와 期間의 差에 따라 氷結晶의 成長과 筋組織의 凝集이 일어나는 것으로 생각되어진다.

3) 解凍後의 組織 變化

試料를 -18 $^{\circ}$ C, -25 $^{\circ}$ C, -30 $^{\circ}$ C에서 凍結直後 解凍한 狀態의 組織은 plate 5와 같다. 凍結直

後 解凍한 試料의 組織에서는 凍結時 氷結晶의 發生에 의하여 생겼던 細胞外의 洞空이 없어지고 각 凍結溫度에서 거의 원래의 狀態로 양호하게 復元되어 있었다. Plate 6은 1개월 凍結貯藏後 解凍한 狀態의 組織을 나타내고 있는데 貯藏溫度의 差에 의하여 생겼던 組織構造上의 差異는 解凍後에도 찾아볼 수 있었다. 즉, -18°C 에서 1개월간 凍結貯藏하였던 試料의 解凍後의 組織(No. 1, 2)은 생겼던 時의 緻密한 構造가 허물어져 凍結貯藏時 大形의 氷結晶이 있던 자리는 解凍後 復元이 不充分하여 筋纖維 사이가 더욱 넓어지고 彈力性이 상실된 것 같은 變化가 있었으나 -25°C (No. 3, 4)와 -30°C (No. 5, 6) 1개월 凍結貯藏後 解凍組織에서는 생겼던 처럼 筋纖維가 緻密하게 密集되어 양호한 復元 狀態를 나타내어 전복의 結果(宋, 1982)와 비슷하였다. Plate 7은 3개월 凍結貯藏後 解凍한 狀態의 組織構造로서 -30°C 에서 3개월 凍結貯藏하였던 試料의 解凍後의 組織(No. 5, 6)은 다른 貯藏溫度에 비하여 비교적 復元性이 양호하였으나 貯藏期間이 길어짐에 따라 解凍時에 약간의 벌어진 틈을 보이고 있다. 또한 -18°C 에서 凍結貯藏한 試料(No. 1, 2)에서는 凍結貯藏中 筋細胞外에 發生하였던 大形의 氷結晶이 解凍後에도 復元되지 않고 洞空으로 남아 筋肉構造가 심하게 變形되고 筋纖維끼리 뭉쳐져있는 것도 보이고 있으며, -25°C 에서 3개월 凍結貯藏한 것(No. 3, 4)에서는 -18°C 에서 貯藏한 試料보다는 復元이 양호하지만 역시 벌어진 틈을 보이며 筋纖維 자체도 彈力性이 상실된 것을 나타내었다. 西元(1962)는 고등어를 解凍하였을 때 드림의 量은 冷蔵期間에 비례하며 蛋白質의 變性과 드림의 量과는 正의 相關關係가 있다고 하였고, 田中(1976)는 魚肉이 解凍後에도 凍結된

흔적이 남아 스펀지화가 일어나는 것은 筋細胞 内外의 水分이 氷結析出되고 일부의 未凍結水分은 다량의 鹽類를 濃縮한 狀態로 되며, 蛋白質은 未凍結의 濃縮된 鹽溶液에 잠겨진 狀態가 되고 冷蔵期間이 길어질 경우 蛋白質은 鹽析現象을 일으켜 變性되고, 그 期間이 더욱 길어질수록 保水力도 떨어져 다시 復元되지 못하기 때문이라고 하였다. 또한 宋(1978)은 -20°C 에서 3개월 凍結한 後 空氣解凍한 전복 筋肉에서 凍結에 의한 氷結晶에 의해 형성되었던 空間面積이 凍結狀態보다 많이 없어지고 거의 원래의 狀態로 돌아오며 筋細胞의 파괴는 없었으나 筋肉組織内の 氷結晶의 痕迹을 나타내는 구멍이 많이 보이고 특히 심한 경우는 筋纖維가 氷結晶에 의하여 압박되고 비틀어져 있음을 解凍後의 高倍率의 사진에서 볼 수 있었다고 하였다.

要 約

바다방석고둥(일명 보달)을 冷凍食品化하기 위하여 脫殼, 處理後 -18°C , -25°C , -30°C 로 3개월 동안 凍結 貯藏하면서 品質變化에 대하여 物理, 化學, 組織的인 면에서 實驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 凍結貯藏中에 pH는 漸次 增加하였는데 -30°C 凍結貯藏은 變化가 가장 적었으며, 遊離 드림量은 凍結貯藏溫度가 높고 貯藏期間이 길어질수록 서서히 增加하였다.

2. 保水性은 生試料의 경우 70%를 나타내었으며 -30°C 凍結 貯藏은 凍結直後에 비해서 거의 變化가 없었다. 그러나 凍結貯藏 3개월째에 -18°C 에서는 49%, -25°C 에서는 57%로서 貯藏期間이 길어질수록 保水性의 低下가 顯著하였다.

3. 筋肉蛋白質의 溶出性에서 筋形質蛋白質과 基質蛋白質은 凍結溫度와 貯藏期間에 상관없이 비교적 變化가 적었다. 筋原纖維蛋白質의 溶出性は 凍結貯藏溫度가 높고 貯藏期間이 長期化할수록 減少하였다.

4. 筋肉組織構造의 變化로서는

1) 生試料의 筋肉組織構造에서 筋纖維는 平滑筋(2-3 μ)으로 橫斷面과 縱斷面의 区分이 없이 가느다란 筋纖維가 筋肉組織內에 緻密하게 分布하였는데, 中間部로 갈수록 약간 굵은 筋纖維가 zig zag로 얼켜져 있는 狀態였다.

2) 凍結直後의 筋肉組織은 凍結溫度와는 상관없이 筋細胞外로 작은 氷結晶이 多數 形成되었으며, 解凍後에는 양호한 復元狀態를 보였다.

3) 解凍狀態의 組織構造는 凍結貯藏溫度가 높을수록 氷結晶의 成長을 볼 수 있었으며, -18°C에서 3개월 貯藏한 組織에서는 筋細胞의 凝集에 의해 空間 面積이 넓어지는 傾向이었다.

4) 解凍後의 筋肉組織構造는 1개월 貯藏까지는 貯藏溫度에 관계없이 잘 復元되었으며, 3개월 貯藏에서 -30°C 貯藏의 경우는 잘 復元되었으나 -18°C에서는 復元不充分에 의한 空間面積이 많이 남아 있었다.

參 考 文 獻

- Bello, R. A., J. H. Luft and G. M. Pigott, 1981. Improved histological procedure for microscopic demonstration of related changes in fish muscle tissue structure during holding and freezing. *J. Food Sci.*, 46 : 733-740.
- Bello, R. A., J. H. Luft and G. M. Pigott, 1982. Ultrastructural study of skeletal fish muscle after freezing different rates. *J. Food Sci.*, 47 : 1389-1394.
- Fukuda, Y., K. Kakehata and K. Arai, 1981. Denaturation of myofibrillar protein in deep-sea fish by freezing and storage. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 47(5) : 663-672.
- Granelle, M. and R. V. Josephson, 1982. Chilled and frozen storage stability of the Duple-Hinge rock scallop. *J. Food Sci.*, 47 : 1654-1661.
- Hashimoto, K., S. Watabe, M. Kono and K. Shiro, 1979. Muscle protein composition of sardine and mackerel. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 49(2) : 203-206.
- 河端俊治, 1953. 魚肉의 組織學的及び組織化學的研究-I. *ピソナガ鮪肉腐敗時の組織學的變化*. *日本誌.*, 19 : 813-819.
- 木村茂, 久保多禮, 1968. *アワビコラン의二, 三의特性について*. *日本誌.*, 34(10) : 925-929.
- 小長谷史郎, 1978. 常溫における赤身魚의 筋原纖維蛋白質의 特性. *ヤゲ肉發生の要因*. *東海區水研報.*, 96 : 67-74.
- 小嶋秩夫, 大高建夫, 1984. 凍結まあじ의 品質におよぼす保存溫度의 影響. *日本冷凍協會論文集.*, 1(1) : 63-68.
- 小嶋秩夫, 大高建夫, 1985. 凍結まいわし, まさば及びさんま의 品質におよぼす貯藏溫

- 度の影響. 日本冷凍協會論文集., 2(1): 23-34.
- 小嶋秩夫, 大高建夫, 1985. 凍結するぬいかの品質におよぼす保存温度の影響. 日本冷凍協會論文集., 3(3): 23-28.
- Love, R. M., 1958 a. Studies on north sea cod II. Effect of starvation. J. Sci. Food Agric., 9: 618-620.
- Love, R. M., 1958 b. The expressible fluid of fish fillet IV. Other types of cell damage caused by freezing. J. Sci. Food Agric., 9: 262-268.
- Love, R. M., and S. B. Haroldson, 1961. The expresible fluid of fish fillet XI. Ice crystal formation and cell damage in cod muscle frozen before rigormortis. J. Sci. Food Agric., 12: 442-449.
- 西元諄一, 1962. 冷凍魚貯藏中の品質, 組織的性狀および化學成分の變化並に相互の關係. 鹿島大水産記要., 11: 41-64.
- 柳鍾生, 1977. 韓國貝類圖鑑: pp. 45-47. 51. 一誌社.
- 佐野豊, 1980. 組織學研究法: pp. 117. 南山堂, 東京.
- Shaban, O., Y. Ochiai, S. Watabe and K. Hashimoto, 1985. Quality changes in Alaska Pollack Meat Paste ("Surimi") during frozen storage. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51(11): 1853-1858.
- Shaban, O., Y. Ochiai, S. Watabe and K. Hashimoto, 1987. Quality changes in Kuruma prawn during frozen and ice storage. Bull Jap. Soc. Sci. Fish., 53(2): 291-296.
- 志水寛, 清水亘, 1960. 水産動物肉に関する研究XXVII. 魚類筋肉の蛋白組成. 日水誌., 26(8): 806-809.
- 宋大鎮, 1973. アワビの品質に及ぼす凍結速度の影響. 冷凍., 48: 5-24.
- 宋大鎮, 申必鉉, 許宗和, 1976. 건조육질의酸化防止에 關한 組織學的 研究. 韓水誌., 9: 239-244.
- 宋大鎮, 1978. 전복의 凍結에 關한 研究. 2) 凍結에 依한 점복 組織의 變化. 韓水誌., 11: 91-95.
- 宋大鎮, 河旻桓, 李應昊, 1982. 水産食品의 加工 및 貯藏中の 組織學的 變化에 關한 研究. 1) 乾燥에 依한 鰾장어 筋肉組織의 變化와 脂肪의 移動. 韓水誌., 15: 137-146.
- 宋大鎮, 1982. 魚貝類의 冷凍, 解凍, 加熱 및 乾燥에 依한 組織變化. 釜山水産大學 博士學位論文.
- 宋大鎮, 小長谷史郎, 田中武夫, 1984. 貝類의 冷凍に關する研究-第1報- アカガイ肉の凍結貯藏中における理化學的および組織學的變化. 日本冷凍協會論文集., 1(1): 79-88.
- 宋大鎮, 金洙賢, 河旻桓, 1984. 貝類의 凍結에 關한 研究. 1) 소라의 凍結. 濟州大海資研報., 8: 47-51.
- 宋大鎮, 河旻桓, 金洙賢, 1985. 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. 濟州大海資研報., 9: 33-38.
- 宋大鎮, 河旻桓, 姜泳周, 1987. 貝類의 冷凍

- 에 關한 研究 V. 키조개의 冷凍貯藏에 의 한 品質變化., 濟州大學校 論文集., 24 : 75-83.
- 高橋豊雄, 田中照子, 1961. サザエの肉 についで. 東海區水研報., 30 : 925-931.
- 田中武夫, 1958. イカ肉の利用加工に關する組織學的及び組織化學的研究-I. イカ肉の組織學的特性. 東海區水研報., 20 : 77-121.
- 田中武夫, 1965. 冷凍タラ肉のスポンジ化に關する研究. 冷凍., 40 : 3-13.
- 田中武夫, 1969. 北洋産冷凍スケトウダラの鮮度と品質との關係-I. 肉の組織學的觀察と保水性. 東海區水研報., 60 : 143-168.
- 田中武夫, 角田聖齊, 1969. 冷凍ダラ肉の硬化に關する電子顯微鏡的研究. 凍結及び乾燥研究誌., 15 : 64-70.
- 田中武夫, 1973. 食品の水. 水産學シリーズ No. 3. 日本水産學會編; pp. 68-81. 恒星社厚生閣, 東京.
- 田中武夫, 1976. 自身の魚と赤身の魚の特性. 日本水産學會編; pp. 93-105. 恒星社厚生閣, 東京.
- Tanikawa, E. and J. Yamashita, 1961. Chemical studies on the meat of abalone. Bull. Fac. Fish. Hokkaido univ., VII 3 : 210-238.
- 梅本 滋, 神名孝一, 1969. 北洋産冷凍スケトウダラの鮮度と品質との關係-II. 肉たん白質の性状の變化. 東海區水研報., 60 : 169-177.
- Watabe, S., Y. Ochiai, S. Kanoh and K. Hashimoto, 1983. Proximate and protein composition of requiem shark muscle. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 49 (2) : 265-268.

PLATE 1

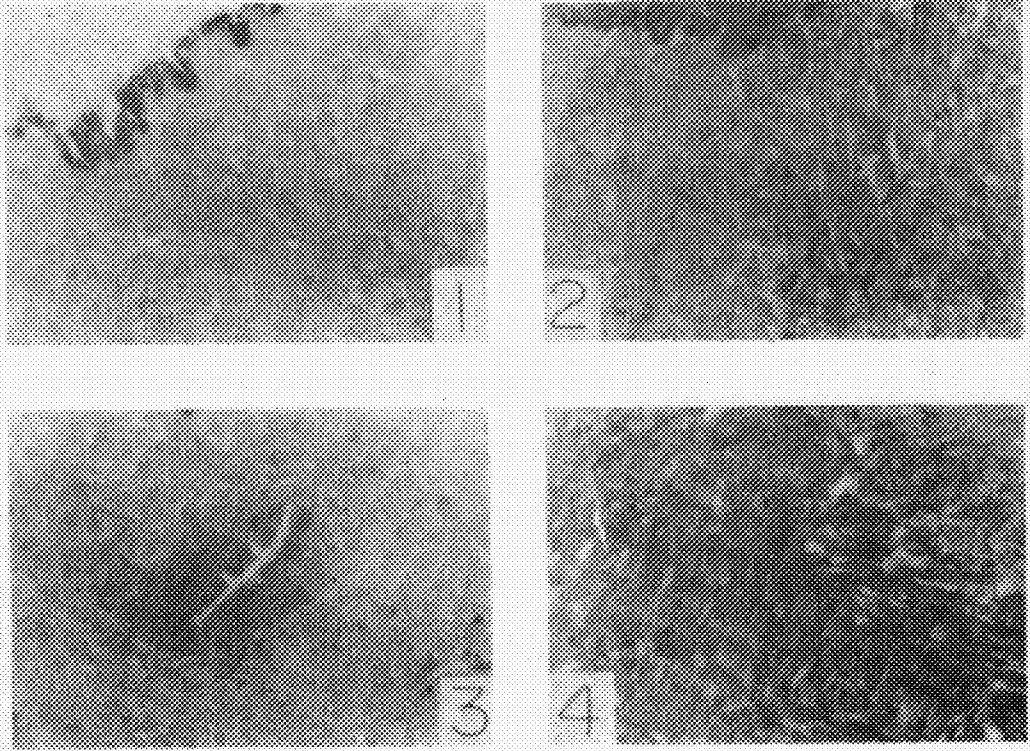


PLATE 1. Micrographs of muscle tissues of fresh top shell.
No. 1. Longitudinal section of the epidermal part, X100.
No. 2. Cross section of the inner part, X100.
No. 3. Longitudinal section of the inner part, X100.
No. 4. Cross section of the central part, X100.

PLATE 2

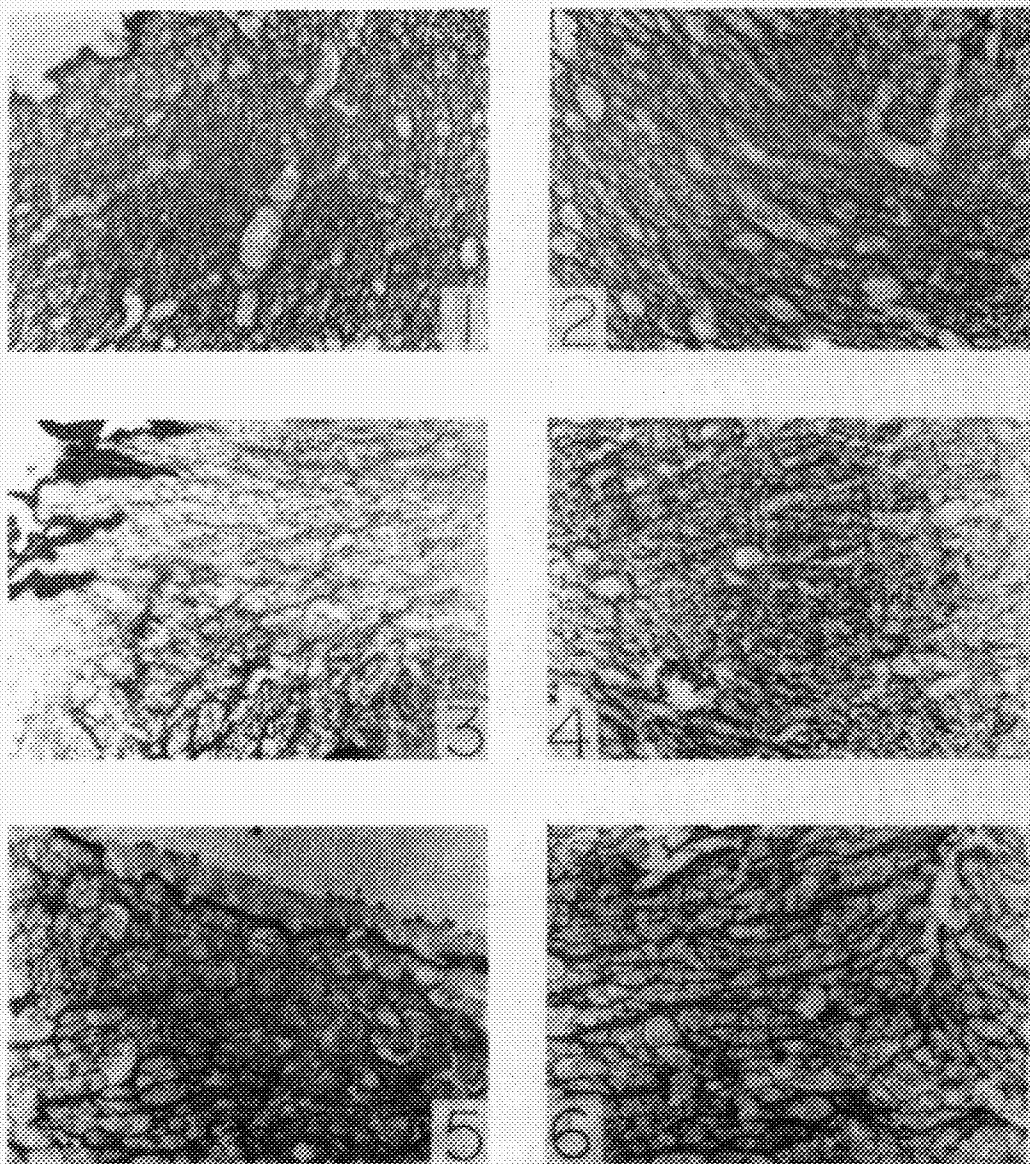


PLATE 2. Histological changes of muscle tissues of top shell in frozen state immediately after freezing.

No. 1, 2. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -18°C , X100.

No. 3, 4. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -25°C , X100.

No. 5, 6. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -30°C , X100.

PLATE 3

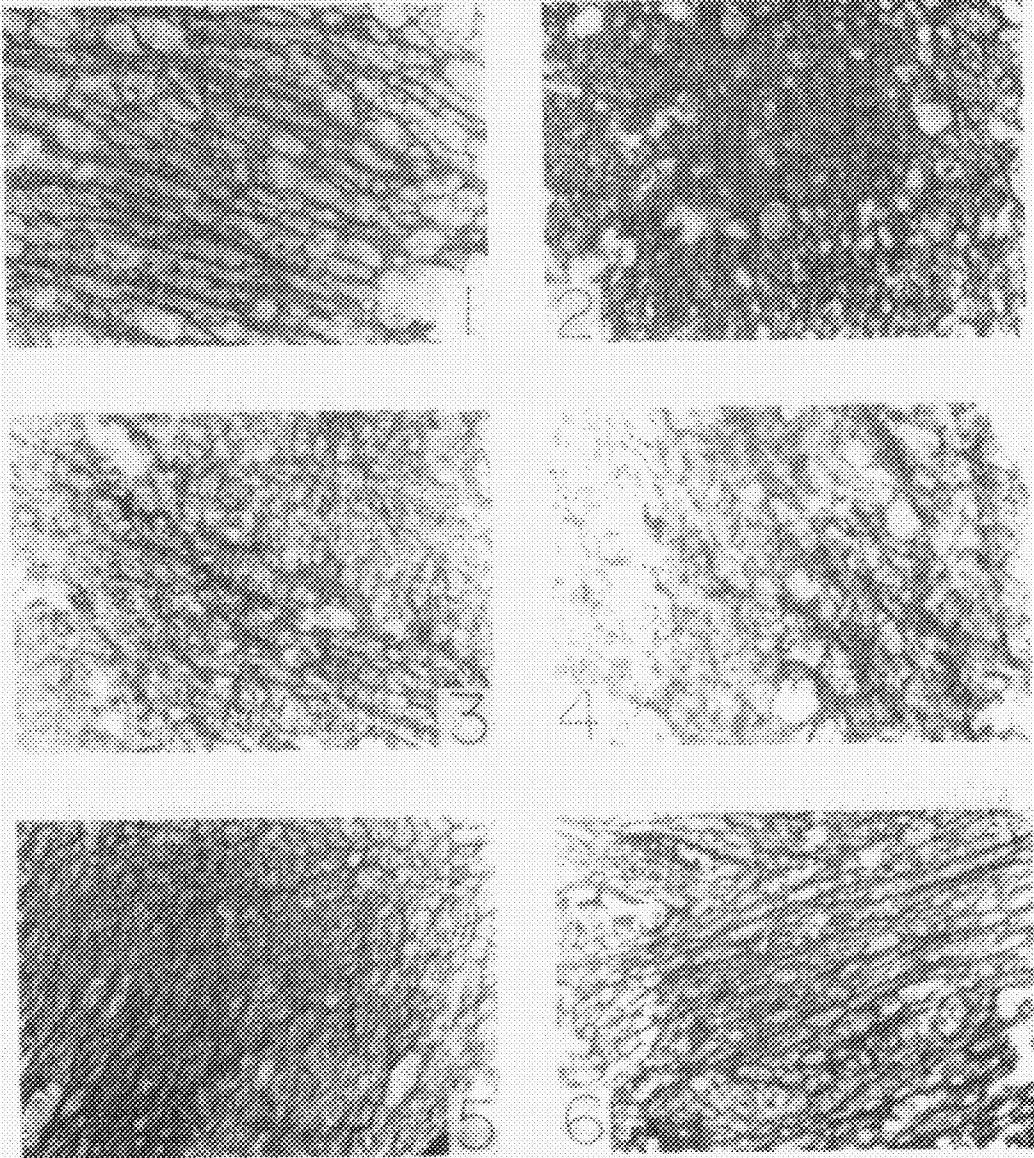


PLATE 3. Histological changes of muscle tissues of top shell after one month frozen storage.

No. 1, 2. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -18°C . X100.

No. 3, 4. Cross section of muscle tissues frozen at -25°C . X100.

No. 5, 6. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -30°C . X100.

PLATE 4

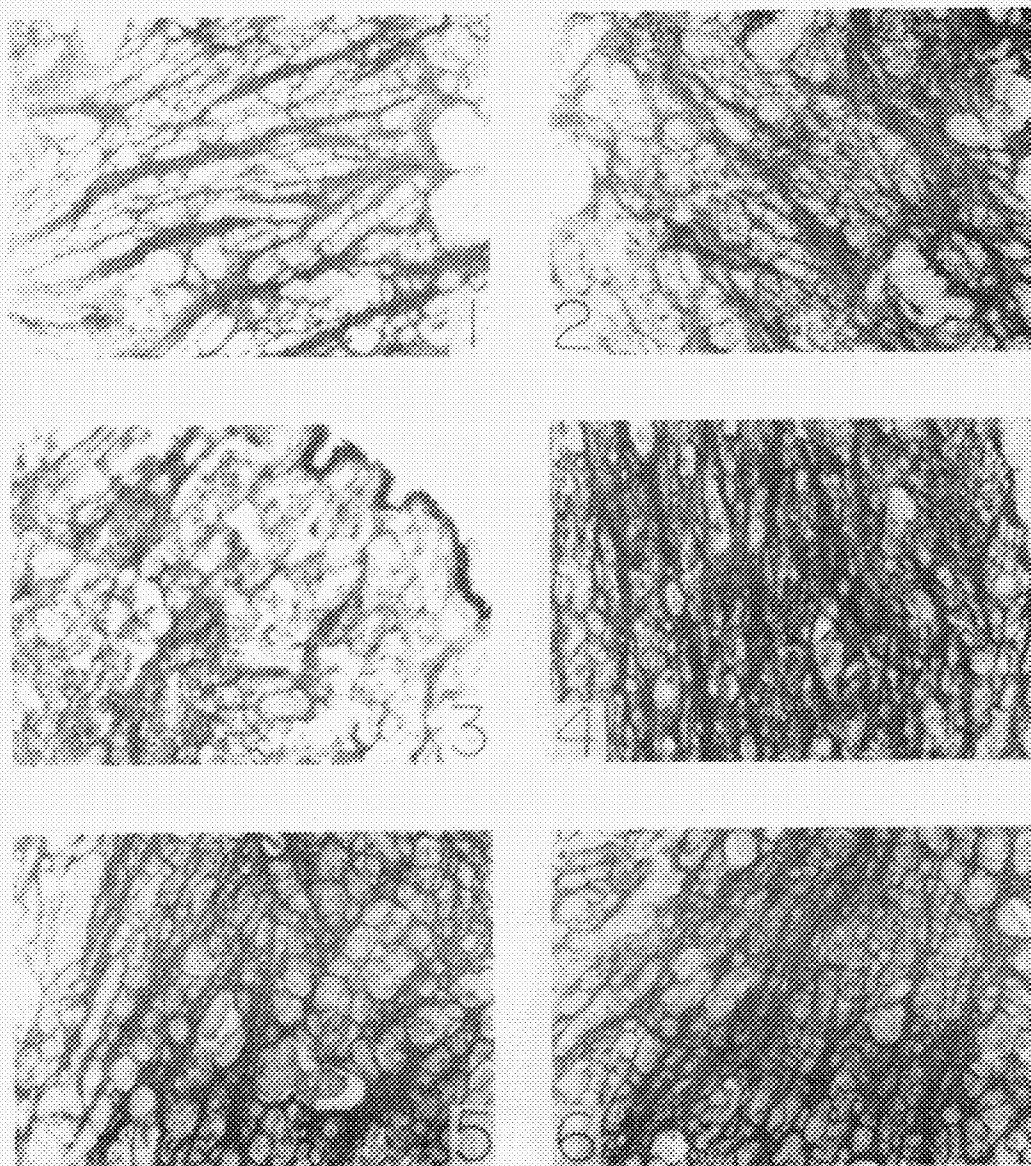


PLATE 4. Histological changes of muscle tissues of top shell after three months storage.

No. 1, 2. Cross section of muscle tissues frozen at -18°C , X100.

No. 3, 4. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -25°C , X100.

No. 5, 6. Cross section of muscle tissues frozen at -30°C , X100.

PLATE 5

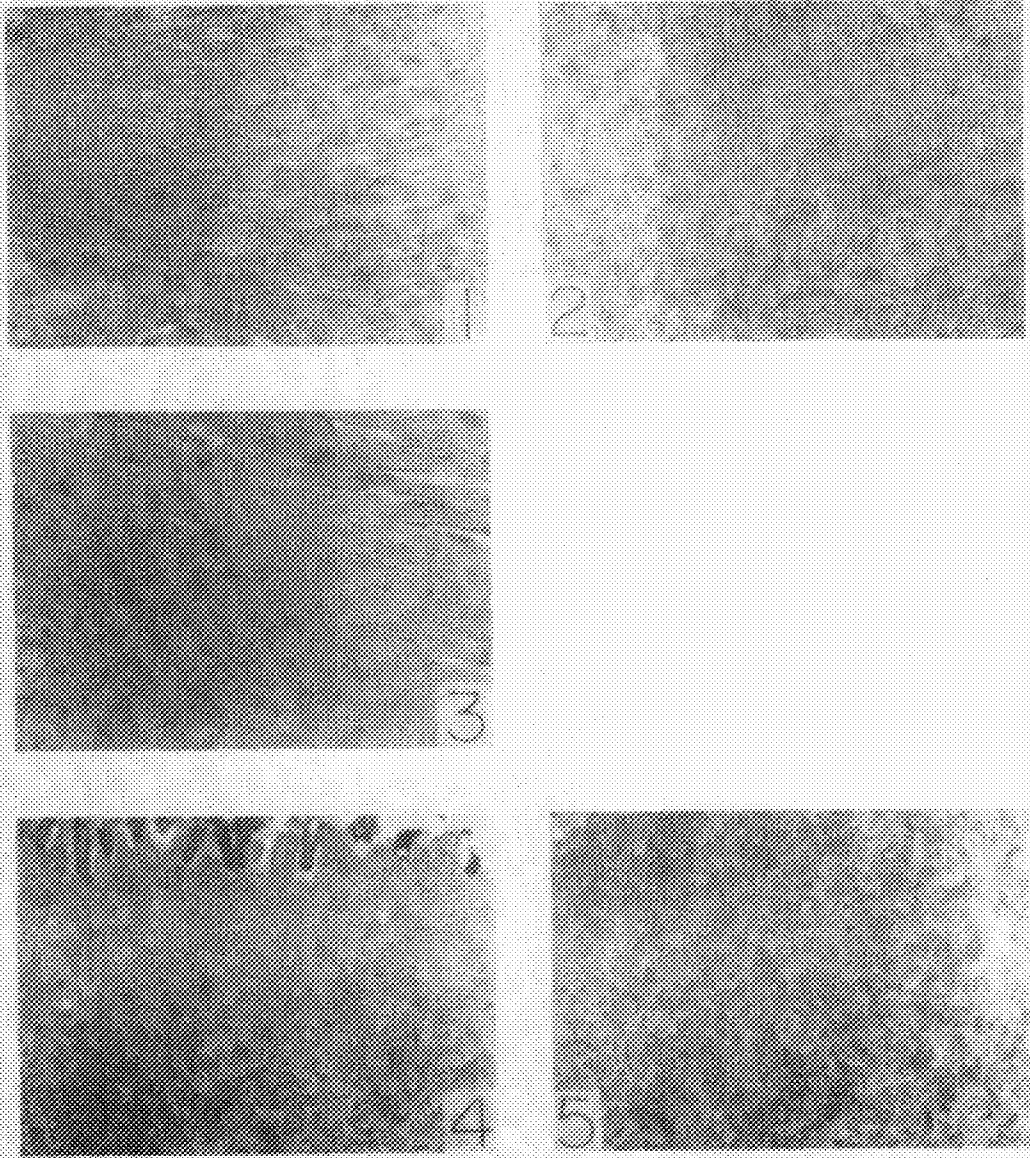


PLATE 5. Histological changes of muscle tissues of top shell in thawed state immediately after freezing.

No. 1. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -18°C , X100.

No. 2. Cross section of muscle tissues frozen at -18°C , X100.

No. 3. Longitudinal section of muscle tissue frozen at -25°C , X100.

No. 4. 5. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -30°C , X100.

PLATE 6

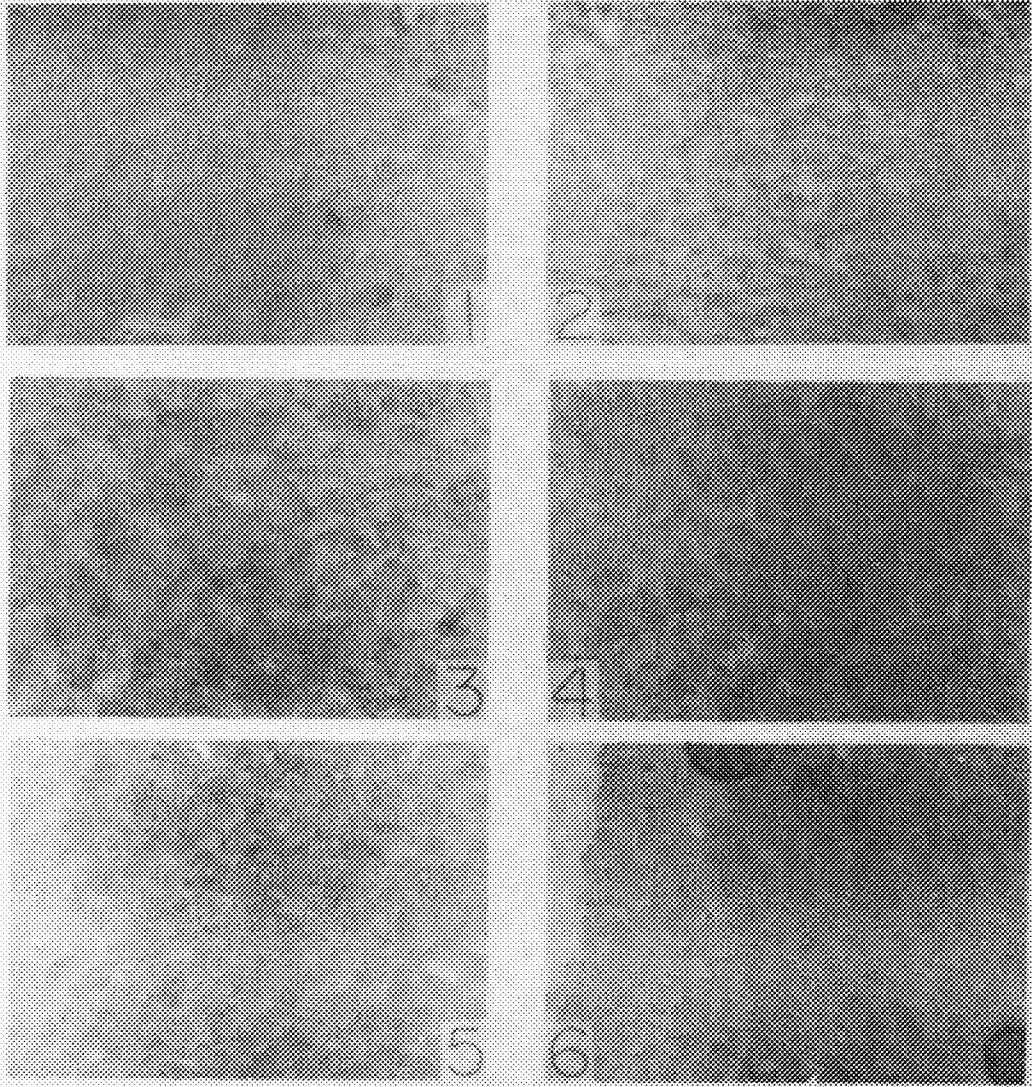


PLATE 6. Histological changes of muscle tissues of top shell in thawed state after one month storage.

- No. 1. Longitudinal section of muscle tissue frozen at -18°C , X100.
- No. 2. Cross section of muscle tissue frozen at -18°C , X100.
- No. 3. Longitudinal section of muscle tissue frozen at -25°C , X100.
- No. 4. Cross section of muscle tissue frozen at -25°C , X100.
- No. 5. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -30°C , X100.
- No. 6. Cross section of muscle tissue frozen at -30°C , X100.

PLATE 7

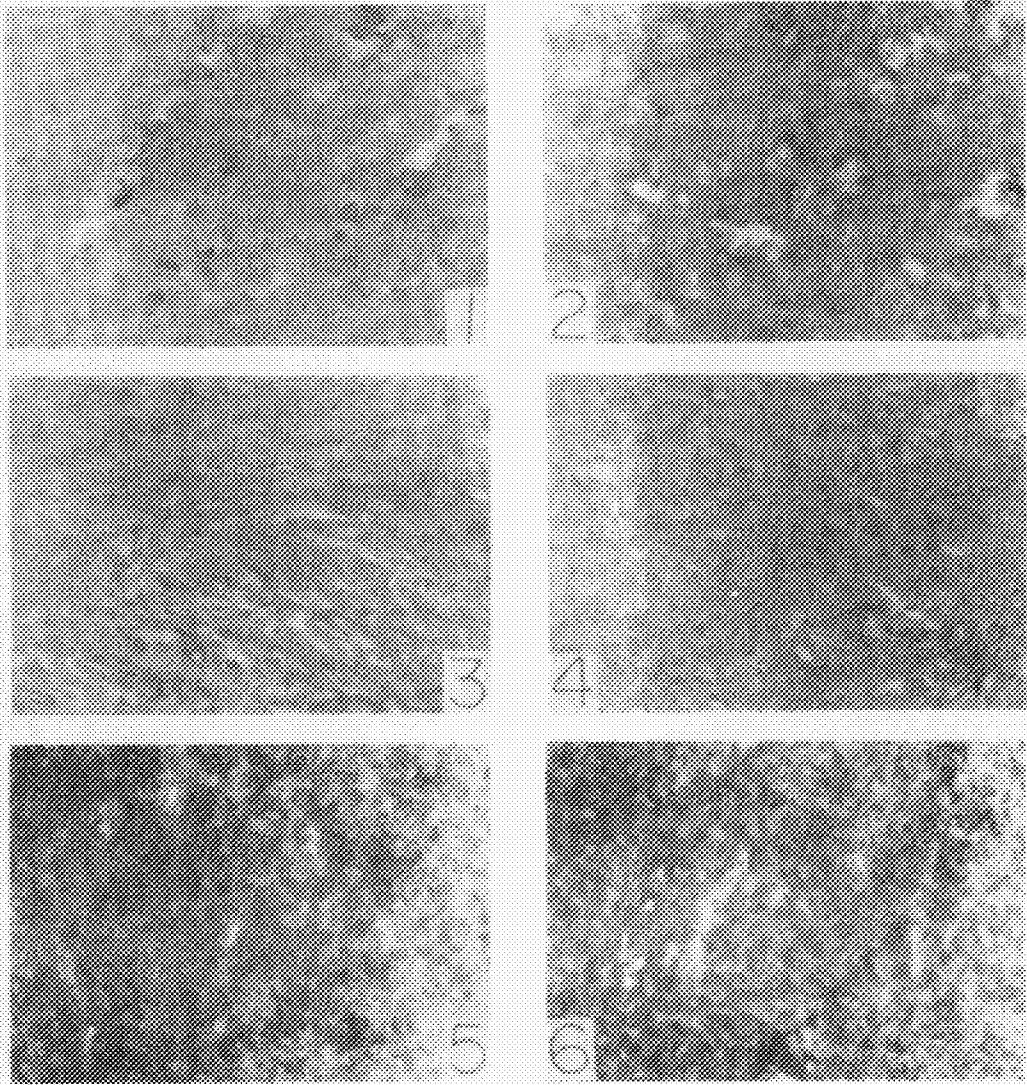


PLATE 7. Histological changes of muscle tissues of top shell in thawed state after three months frozen storage.

No. 1. Longitudinal section of muscle tissue frozen at -18°C , X100.

No. 2. Cross section of muscle tissue frozen at -18°C , X100.

No. 3, 4. Cross section of muscle tissues frozen at -25°C , X100.

No. 5, 6. Longitudinal section of muscle tissues frozen at -30°C , X100.