

---

碩士學位論文

# 오징어의 凍結貯藏中 品質의 變化

濟州大學校 大學院  
食 品 工 學 科



1990年 12月

# 오징어의 凍結貯藏中 品質의 變化

指導教授 宋 大 鎭

朴 煥 垞

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

1990年 12月

朴煥垞의 工學 碩士學位 論文을 認准함



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長 가 선 

委 員 김 재 하 

委 員 송 대 

濟州大學校 大學院

1990年 12月

---

Quality changes of squid, *Todarodes pacificus*,  
during frozen storage

Hwan-Joon Park  
(Supervised by Professor Dae-Jin Song)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1990. 12

# 目 次

Summary	1
I . 緒論	3
II . 材料 및 方法	6
1. 材料	6
2. 凍結貯藏 및 解凍	6
1) 凍結貯藏	6
2) 解凍	6
3. 實驗方法	6
1) pH	6
2) 遊離드립	7
3) 壓出드립	7
4) 保水性	7
5) Cooking loss	7
6) 蛋白質의 抽出 및 定量	7
7) 엑스분 窒素의 定量	8
8) 光學顯微鏡標本の 製作	8
(1) 固 定	8
(2) 젤라틴 包埋	8
(3) 遊離切片의 製作	10

(4) 染色	10
Ⅲ. 結果 및 考察	11
1. pH의 變化	11
2. 遊離드립量の 變化	12
3. 壓出드립量の 變化	13
4. 保水性的 變化	14
5. Cooking loss의 變化	15
6. 蛋白質組成 및 溶出性的 變化	16
7. 엑스분窒素의 變化	18
8. 筋肉組織構造	19
1) 오징어의 筋肉組織構造	19
2) 凍結貯藏中 組織의 變化	20
3) 解凍後의 組織變化	21
Ⅳ. 要約	23
Ⅴ. 參考文獻	25
감사의 말씀	

## Summary

To find out the optimum freezing condition of squid, Todarodes pacificus, physical, chemical and histological quality changes during the storage of three months under the temperature of  $-18^{\circ}\text{C}$  and  $-25^{\circ}\text{C}$  were investigated.

The results are as follows:

1. No remarkable changes in pH could be observed during storage regardless of temperatures.
2. Amounts of free drip, expressible drip and cooking loss were increased while water holding capacity was decreased during storage.
3. In extractibility of muscle protein, myofibrillar protein was decreased during storage regardless of temperatures while alkali soluble protein was increased with storage temperature although some variation was observed. Amounts of both sarcoplasmic protein and stroma protein were rather stable regardless of freezing temperature and storage period.
4. Extractives-nitrogen content was not changed markedly in each temperature.
5. Microscopic observation are as follows:

- 1) In muscle tissue structure of fresh samples, fine muscle fiber was densely distributed all over the muscle tissue.
- 2) In muscle tissue under frozen state, fine ice crystals were formed in extra-cellular part along the running direction of muscle cell immediately after freezing and these were grown during storage, but restored satisfactorily after thawing.
- 3) It was observed that tissue structure in thawed state was not restored satisfactorily after one month storage regardless of storage temperature and empty spaces between muscle fiber and breakdown of compact muscle structure were appeared.



## 1. 서론

世界的으로 水産物은 國際的인 經濟水域 設定능 天然 食糧資源으로서 重要性이 강조되고 있고 우리나라에서도 主要한 蛋白質 供給源으로서 重要性을 갖는다. 한편, 水産物은 一部 養殖業을 除外하면 計劃生産이 어렵고, 또한 保存性이 弱하여 資源的인 有效利用에 많은 어려움을 지니고 있다.

이에 오늘날 食品産業에 있어서는 水産物의 食糧資源으로서의 제한점을 해결하며 漁獲되는 時期와 場所에 구애됨이 없이 利用期間과 消費範圍를 넓히는 동시에 品質變化를 최소화한 抑制하기 위하여 低溫處理가 必須의 要素로, 그리고 長期保存을 위하여 凍結貯藏이 널리 利用되어지고 있다.

그러나 凍結貯藏에도 여러가지 問題가 指摘되어지고 있으며 그 가운데 凍結貯藏後 解凍하였을때 일어나는 復元 不充分 및 여러가지 物理, 化學的인 變化는 資源活用 側面에서 排除되지 않으면 안될 것이다. 또한 凍結貯藏은 低溫일수록 品質變化를 최소화할 수 있기 때문에 凍結 및 凍結貯藏이 低溫化 되어지고 있지만 에너지 절약면에서 볼 때 에너지 손실의 問題가 있다. 따라서 水産物뿐만 아니라 식품의 凍結貯藏에 있어 그 貯藏溫度는 品質을 保存하고 維持하는 貯藏期間과의 關係에 따라 決定할 必要가 있어서 이에 대한 많은 연구가 進行되고 있는 실정이다(田中와 稻葉, 1984; 小嶋와 大高, 1984, 1985; 李 등, 1983).

Love와 Haroldson (1961)은 대구의 凍結貯藏中 死後轉直前에 凍結한 것은 解凍後에 凍結한 것보다 貯藏中에 蛋白質의 變性이 적고 凍結速度가 빠르고 느림에 따라 組織構造上에 나타나는 損傷도 差巒가 있다고 하였으

며, 西元(1962)는 凍結한 魚肉을 解凍하였을때 드립률과 蛋白質의 變性 및 組織變化와의 관계를 밝히고 自身魚를 長期間 冷凍貯藏한 후 解凍하면 肉質에 스펀지화가 일어나며 田中(1969)는 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 관계에서 死後硬直前의 것을 낮은 溫度로 凍結한 것이 保水性이 좋다고 하였다.

宋(1978,1979)은 전복은 凍結方法에 따른 組織變化의 差가 거의 없고 一般魚類보다 凍結에 의한 損傷이 적었으며 그리고 옥돔을 溫度를 달리 하여 6개월간 凍結貯藏한 結果 높은 溫度에서 저장한 것이 낮은 溫度에서 貯藏한 것보다 細胞外 氷結晶이 많이 생겼다고 하였다. 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.

따라서, 凍結食品의 貯藏溫度의 設定에는 食品에 따라 T.-T.T (Time-Temperature, Tolerance)의 관계를 명확히 하고 이에 기초를 둔 貯藏期間에 對應하는 適正한 貯藏 溫度가 선택되지 않으면 안될 것이다. T.-T.T의 관계가 不分明한 食品에 있어서는 安全度를 높게 하기 위하여 低溫化의 傾向이 보여지며, 凍結貯藏 溫度의 低溫化는 에너지 消費를 수반함으로 에너지 절약의 면에서도 T.-T.T의 관계가 명확히 되어야 할 必要性이 있다고 생각된다. 그러나 凍結 水産物에 대한 T.-T.T의 研究報告는 의외로 많지 않다.

이에 本實驗은 제주도 연안에서 漁獲되는 오징어를 대상으로 적합한 凍結條件을 究明하므로써 流通過程中的의 品質을 최대한 保存하고자 오징어의 몸통을  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 凍結하여 3개월간 각 凍結溫度에 따른 貯藏期間中的의 pH, 遊離드립, 壓出드립, Cooking loss, 保水性, 筋肉蛋白質의

組成과 溶出性의 變化, 엑스분 窒素含量的 變化 및 凍結과 解凍에 의한 筋肉組織構造의 變化 등에 대하여 관찰하였다.

## II. 材 料 및 方 法

### 1. 材 料

1990년 5월 8일 제주도 魚市場에서 선도가 양호한 오징어, Todarodes pacificus (體長 43.5-34.5cm, 體中 114.2-269.3g), 를 구입하여 다리 및 내장을 제거하여 유통만을 試料로 實驗에 사용하였다.

### 2. 凍結貯藏 및 解凍

#### 1) 凍結貯藏

試料를 polyethylene 겹주머니(두께 0.05mm)에 펼쳐 넣어서 -18℃, -25℃의 電氣冷藏庫에서 凍結시킨 후 그 상태에서 3개월간 凍結貯藏하였다.

#### 2) 解凍

試料의 中心溫度가 2-3℃ 될 때까지 5℃의 冷藏庫에서 靜止空氣 解凍(약 4시간)하였다.

### 3. 實驗方法

#### 1) pH

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

## 2) 遊離드립

약 2g의 凍結試料肉을 여지를 칸 petri접시에 넣고 室溫에서 4시간 방치하여 解凍前과 後의 減少量의 原重量에 대한 百分率로 나타내었다.

## 3) 壓出드립

試料肉 약 2g을 여지를 칸 플라스틱판에 놓고 油壓계로 2Kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 2분동안 加壓한 후 加壓前과 後의 肉減少量의 原重量에 대한 百分率로 나타내었다.

## 4) 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 油壓式 壓力計를 利用하여 10Kg/cm<sup>2</sup>으로 2분간 加壓한후 常壓 加熱乾燥法에 의해 水分量을 測定하고 原試料肉의 水分量에 대한 百分率로 나타내었다.



## 5) Cooking loss

試料肉 약 2g을 가정용 전자렌지에서 1분 동안 cooking한 後 cooking前 肉重量에서 cooking後 肉重量을 뺀 것을 cooking前 肉重量에 대한 百分率로 나타내었다.

## 6) 蛋白質의 抽出 및 定量

志水와 清水(1960)의 方法을 개량한 小長谷(1978)의 方法에 따른다. 즉, 細切한 試料 2g을 10ml 인산염완충액(I;0.05,pH;7.5)과 함께

homogenizer (Ultra turrax TP18/ 10S1, KARL KOLB)로 2분간 均質化하고 7000rpm에서 30분간 원심분리하여 얻어진 상층액중의 窒素量을 水溶性 蛋白質 窒素로 하였다. 抽出後 殘渣에 鹽溶液(10ml KCl phosphate buffer pH 7.5)을 넣어 均質化하여 얻어진 상층액중의 窒素量을 筋原纖維 蛋白質 窒素로 하고 殘渣에 0.1N 가성소다 용액으로 攪拌하여 하룻밤 방치하고 위와같이 원심분리 하여 얻어진 상층액 중의 窒素를 定量하여 이를 알칼리 可溶性 蛋白質 窒素로 하였다. 알칼리抽出후의 殘渣中의 窒素를 定量하여 이를 基質蛋白質 窒素로 하였다. 위의 抽出을 포함한 방치중의 모든 조작은 5℃ 이하에서 행하였으며 窒素의 定量은 micro-kjeldahl법으로 하였다.

#### 7) 엑스분 窒素의 定量

內山(1974)의 方法을 따라서 定量하였다(Fig.1).

#### 8) 光學顯微鏡標本의 製作

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

##### (1) 固定

試料肉을 약 1cm<sup>3</sup>의 정방형으로 잘라 10% formalin으로 室溫에서 2일간 固定하였다. 凍結試料는 凍結槽法(佐野,1980)에 의하여 -18℃와 -25℃로 冷却한 formalin-alcohol溶液으로 위의 溫度의 冷藏庫에서 2일간 固定하였다. 解凍후의 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 2일간 씻은 후 10%젤라틴(1%페놀 添加)

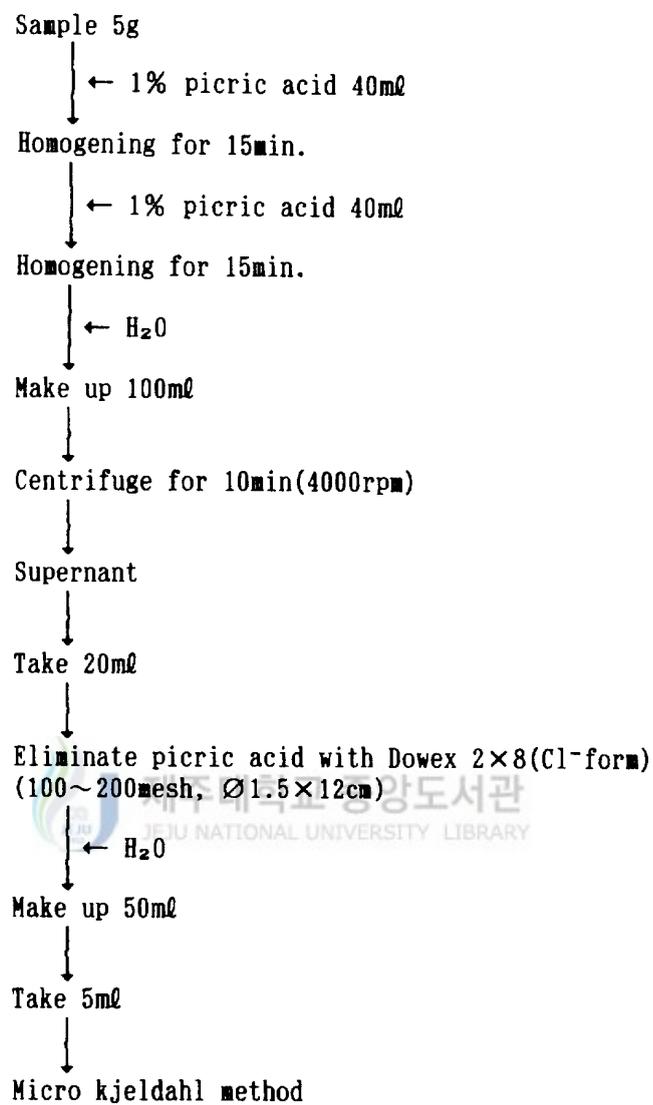


Fig.1. Flow diagram for Extractives-N determination

溶液속에 넣어서 37℃에서 2일간 침투시킨 다음, 30%젤라틴(1%페놀 添加)溶液에 옮겨 2일간 침투시켰다. 그 다음 5℃ 冷蔵庫에서 젤라틴을 凝固시켜 試料 block을 만든 후 10% formalin溶液속에 1일간 넣어 젤라틴을 固化시켰다.

(3) 遊離切片의 製作

Cryostat microtome(OTF/CS, BRIGHT instruments Co.)으로 10-25 $\mu$ m의 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 svrup으로 封入하여 檢鏡하였다.

### III. 結 果 및 考 察

#### 1. pH의 變化

新鮮한 狀態 및 凍結直後와 凍結貯藏 3개월간의 오징어육의 pH 變化를 Fig.2에 나타내었다. 新鮮狀態에서의 試料肉 pH는 6.60이었으나  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 凍結直後에는 pH 6.42, pH 6.40으로 低下 하였으며 그 후 凍結溫度와 關係없이 貯藏期間이 길어짐에 따라 약간 變化하여 凍結貯藏 3개월에는  $-18^{\circ}\text{C}$ 와  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 pH 6.29, pH 6.30을 보였다.

위와같은 結果는 Granelle 등(1982)의 가리비 조개 및 宋 등(1984)의 소라 凍結貯藏中 pH는 거의 變化하지 않았다고 하는 結果와 비슷하다고 볼 수 있으며 凍結直後 pH의 低下는 新鮮한 試料肉의 凍結 및 解凍에 따른 glycolysis 進行등으로 생각되어진다.

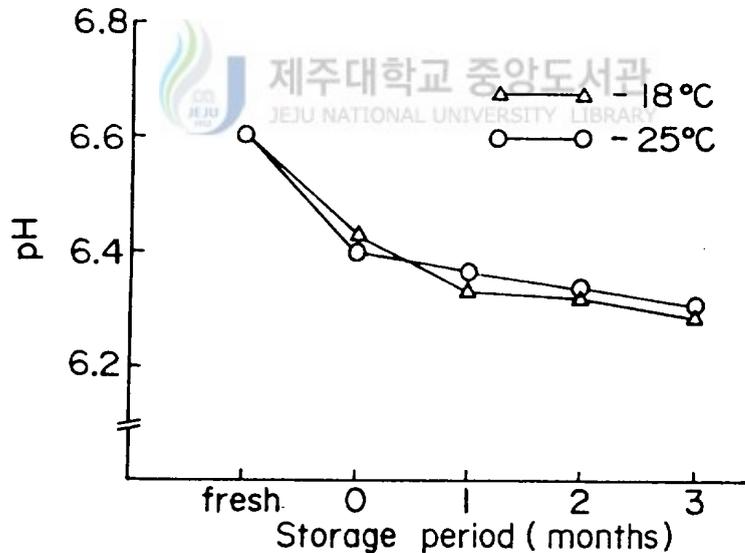


Fig.2.Changes of pH of squid during frozen storage.

## 2. 遊離드립량의 變化

凍結貯藏期間中の 遊離 드립량의 變化를 Fig.3에 나타내었다. 遊離드립량은 凍結貯藏溫度가  $-18^{\circ}\text{C}$ 인 경우 凍結直後에 8.9%를 보였고 貯藏期間이 길어질수록 점차 增加하여 貯藏 3개월후 11.6%까지 增加하였으며,  $-25^{\circ}\text{C}$  凍結貯藏에서는 凍結直後 8.7%로  $-18^{\circ}\text{C}$  凍結에서와 비슷한 값을 보였다.  $-25^{\circ}\text{C}$ 의 凍結貯藏中에도 貯藏期間이 길어짐에 따라 점차 增加하였는데 貯藏 3개월후 10.8%로써  $-18^{\circ}\text{C}$  貯藏에서 보다는 낮은 값을 나타내었다.

田中(1965)는 冷凍대구인 경우 높은 溫度에서 凍結 및 貯藏時 貯藏期間이 長期化될 수록 水結晶의 成長에 의하여 筋細胞의 萎縮, 脫水능이 일어나며 그 結果 解凍時 많은 드립이 유출된다고 報告하였으며 또한 宋(1973)

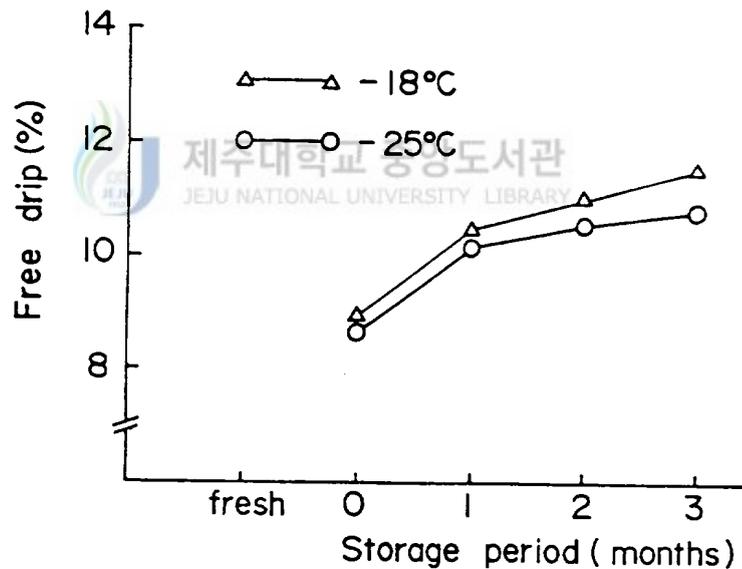


Fig.3.Changes of the amounts of free drip released from squid when thawed after frozen storage.

은 전복의 凍結에 관한 研究에서 遊離드립量은 전복 筋肉 部位 및 凍結條  
 件에 따라 상당히 다른 結果를 나타내지만 貯藏期間이 길어짐에 따라 增加  
 하는 傾向이었다고 報告한 바 있다.

本 實驗의 結果도 貯藏期間이 길어짐에 따라 遊離드립量이 增加하였는  
 데 위의 報告(田中,1965., 宋,1973)와 잘 一致하는 것으로 생각되어진다.

### 3. 壓出드립量의 變化

壓出드립量의 測定結果를 Fig.4에 나타내었다. 壓出드립量은 凍結直後에  
 는 온도에 별 差異없이 21.3%내외였고 貯藏 1개월째에 -18℃貯藏에서  
 26.8%, -25℃貯藏에서 26.0%까지 增加하여 貯藏 3개월째까지 서서히 增加  
 하였으며 27.0%내외였다.

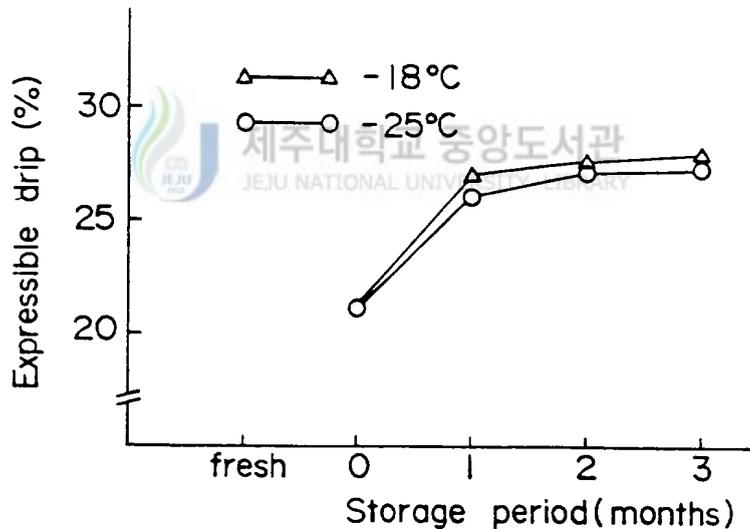


Fig.4.Changes of the amounts of expressible drip released from squid when thawed after frozen storage.

위와같은 결과는 遊離드립량의 變化와 같이 凍結貯藏溫度와는 관계없이 貯藏期間이 길어짐에 따라 壓出드립량이 增加하는 경향을 보였으며, 松田 (1969)도 멧태의 凍結貯藏에서 壓出드립량의 差異는 있지만 貯藏期間이 길어짐에 따라 增加하는 경향이었다고 報告한 바 있다.

#### 4. 保水性의 變化

保水性의 測定結果는 Fig.5와 같다. 保水性의 變化는 貯藏溫度에 의한 差異는 거의 없었고 凍結貯藏期間이 길어질수록 減少하는 結果를 나타내었으며 凍結直後  $-18^{\circ}\text{C}$ 에서 90.4%,  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 90.9%로 거의 비슷한 것이 이후 계속 保水性이 떨어져 貯藏 3개월후  $-18^{\circ}\text{C}$ 인 경우 84.0%,  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 84.2%를 나타내었다.

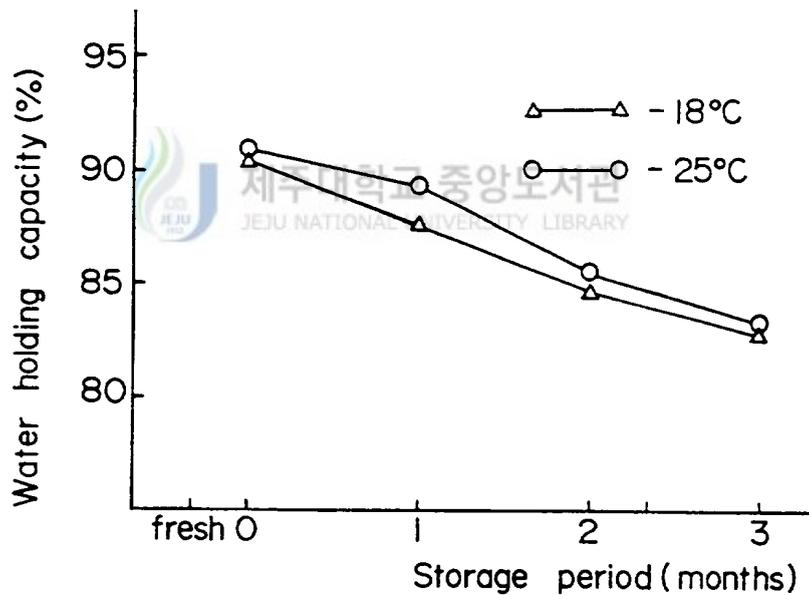


Fig.5.Changes of water holding capacity in squid during frozen storage.

Law 등(1967)은 凍結貯藏 蓄肉에서 貯藏期間이 길어짐에 따라 保水性이 低下한다고 報告하였고, 田中(1969)는 북양산 冷凍명태에서 筋細胞内に 작은 氷結晶이 生成되는 즉, 細胞內 凍結를 일으키는 경우 保水性이 높고 細胞外에 氷結晶을 형성하는 높은 溫度의 凍結의 경우는 筋肉의 保水性이 낮음을 報告하였으며 아울러 貯藏期間과 保水性의 관계에 대하여서도 凍結貯藏期間이 長期化되어지면 모두 保水性이 低下된다고 報告하였다. 또 宋 등 (1977)도 옥돔의 凍結에 관한 研究에서 위와같은 結果를 밝히면서 sodium phosphate를 처리하면 效果的이라고 報告하였다. 따라서 본 실험의 경우도 蓄肉이나 명태의 保水性 低下와 같은 結果로 생각되어진다.

#### 5. Cooking loss의 變化

Cooking loss의 變化를 Fig.6에 나타내었다. 解凍直後  $-18^{\circ}\text{C}$ 에서 49.5

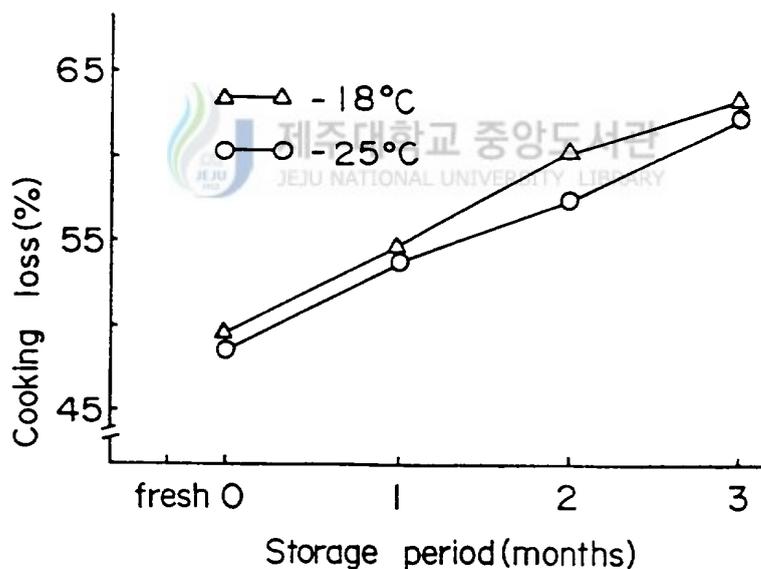


Fig.6.Changes of cooking loss of squid during frozen storage.

%, -25°C에서 48.5%의 cooking loss를 나타내었으며 貯藏期間이 길어질수록 점차 增加하였다.

貯藏 2개월째 -18°C시료는 60.4%, -25°C에서 57.6%로 거의 差異가 없었으며 貯藏溫度에 의한 영향은 명확하지 않았다. 橋本와 渡部(1983)는 冷凍 참치의 凍結貯藏중 cooking loss는 貯藏溫度의 영향은 명확하지 않지만 貯藏期間이 길어질수록 增加하는 경향이었다고 報告한 바 있으며 따라서 本 實驗의 結果도 이와같은 것으로 생각되어진다.

## 6. 蛋白質組成 및 溶出性の 變化

凍結貯藏中 試料肉 蛋白質의 組成과 溶出性の 變化를 測定한 結果는 Table 1에 나타내었다. 新鮮한 試料肉 蛋白質의 각 成分의 組成은 全窒素에 대하여 筋形質蛋白質態窒素가 18.2%, 筋原纖維蛋白質態窒素가 78.6%, 알칼리可溶性蛋白質態窒素가 1.3%, 基質蛋白質態窒素가 1.9%로 一般魚類의 그것(橋本와 渡部,1983 ; 羽田 등,1983)과는 약간 組成이 달랐다. 筋形質蛋白質態窒素는 -18°C, -25°C에서의 凍結貯藏時 全 貯藏期間동안 거의 變化가 없었으며 深海性魚類(Fukuda 등,1981), 북양명태고기(Shaban 등,1985), 키조개(宋 등,1987)의 凍結貯藏中 거의 變化가 없었다는 報告와 비슷한 경향이였다. 筋原纖維蛋白質態窒素의 溶出性은 凍結直後부터 減少하는 경향을 보여서 貯藏 2개월째 -18°C에서 74.1%, -25°C에서 76.0%였고 貯藏末期 다소 減少하여 -18°C에서 69.9%를, -25°C에서 71.2%를 나타내었다.

Fukuda 등(1981)은 深海性魚類에서 -20°C이상의 溫度에서는 貯藏期間이 길어질 수록 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 抑制되어 肉質을 안정하게 長期

Table 1. Variation of protein composition in squid during frozen storage  
(mg N/g muscle)

Sample	Storage temp. (°C)	Protein nitrogen			
		Sarcoplasmic	Myofibrillar	Alkali soluble	Stroma
Fresh		5.8(18.2)*	25.0(78.6)	0.4(1.3)	0.6(1.9)
0 month	- 18°C	5.4(18.0)	23.7(78.7)	0.4(1.3)	0.6(2.0)
	- 25°C	5.6(18.1)	24.3(78.4)	0.5(1.6)	0.6(1.9)
1 month	- 18°C	5.3(17.4)	22.9(75.3)	1.6(5.3)	0.6(2.0)
	- 25°C	5.2(16.7)	23.6(75.6)	1.8(5.8)	0.6(1.9)
2 months	- 18°C	5.2(17.3)	22.3(74.1)	2.0(6.6)	0.6(2.0)
	- 25°C	5.4(17.5)	23.4(76.0)	1.3(4.3)	0.7(2.2)
3 months	- 18°C	5.1(17.1)	20.9(69.9)	3.3(11.0)	0.6(2.0)
	- 25°C	5.0(16.6)	21.5(71.2)	3.0(9.9)	0.7(2.3)

\* Numbers in parenthesis represent percentage for total nitrogen

保存 하는 것이 가능하다고 하여 凍結後 貯藏溫度의 重要性을 報告한 바 있다. 그리고 貯藏溫度별로 모두 筋原纖維蛋白質態窒素量이 減少하는 만큼 알칼리 可溶性蛋白質態窒素量은 增加하는 경향을 보였으며 基質蛋白質態窒素量은 貯藏期間동안 凍結溫度에 關係없이 일정하였다.

이러한 結果는 Watabe 등(1983)의 상어의 凍結貯藏中  $-20^{\circ}\text{C}$  貯藏時의 結果와 一致하였다.

#### 7. 엑스분 窒素含量的 變化

엑스분 窒素含量的 變化를 Fig.7에 나타내었다. 엑스분 窒素含量은 新鮮한 試料인 경우  $9.84\text{mg/g}$ 이었고 解凍直後  $-18^{\circ}\text{C}$ 에서  $8.85\text{mg/g}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서  $8.46\text{mg/g}$ 으로 약간의 差異를 보이고 있으나 전체적으로 凍結貯藏한 후 엑스분 窒素含量은 거의 일정하였다.

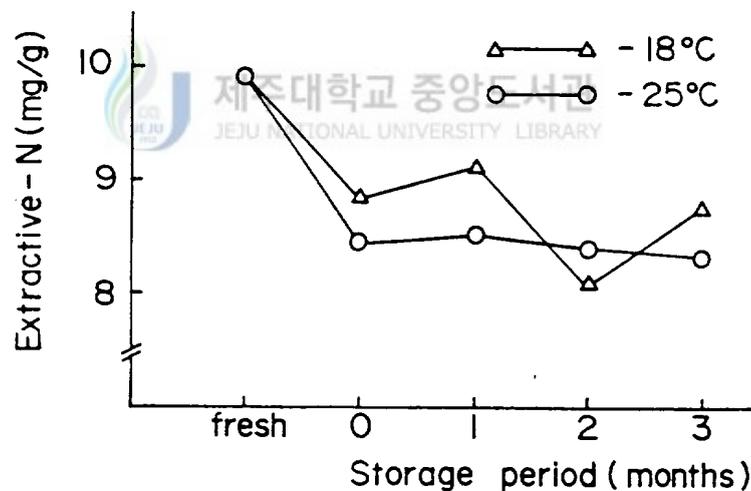


Fig.7.Changes of the amount of extractives-N in squid during frozen storage.

貯藏期間에 따른 각 溫度別 엑스분 窒素含量은  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서는 거의 變化가 없었으며  $-18^{\circ}\text{C}$ 에서는 약간의 變化폭이 있기는 하나 그 變化量은 적은 편으로 거의 變化가 없는 것으로 보여진다. 이와같은 結果는 宋 등(1984)의 피조개의 凍結貯藏中  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 3개월까지 거의 엑스분 窒素含量은 變化가 없었다는 報告와 李 등(1987)의 冷凍정어리調味肉의  $-20^{\circ}\text{C}$ 貯藏에서 貯藏期間中 엑스분 窒素含量의 큰 變化가 없었다는 報告와 비슷한 것으로 생각되어진다.

한편 宋 등(1987)은 키조개의 凍結貯藏溫度의 差異에 따른 品質變化에서  $-10^{\circ}\text{C}$ 로 貯藏한 것은  $-20^{\circ}\text{C}$ 와  $-40^{\circ}\text{C}$ 로 貯藏한 것에 비하여 蛋白質의 變性, 筋肉組織의 凝集, 드립유출능이 현저함을 報告하면서 貯藏溫度에 따라서는 드립유출에 의한 손실이 효소작용에 의한 增加를 상회하게 되어 遊離 아미노산의 含量에 差異를 가져오는 것으로 생각되어진다고 하였다.

## 8. 筋肉組織構造

### 1) 오징어의 筋肉組織構造

生試料의 筋肉組織을 관찰한 結果는 Plate 1과 같다. 오징어의 筋肉組織은 평활근으로 筋纖維가 가늘고 緻密하게 구성되어 있으며 橫으로 달리는 走行性을 보였다.

또한 오징어의 筋纖維는 전복(宋, 1978), 오분자기(宋 등, 1985) 등에 가까운 매우 가는 筋纖維( $4-7\mu\text{m}$ )로 가늘게 分枝된 纖維性結合이 一般魚類(河, 1983; 宋 등 1976)와 달랐다.

따라서 오징어의 이와같은 性狀은 筋收縮의 本質解明에 있어서 重要性을 갖는 것으로 생각되어진다.

## 2) 凍結貯藏中 組織의 變化

試料肉을  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 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 關係없이 筋細胞의 走行方向을 따라 筋細胞內에 多數의 작은 水結晶이 生成되었고 筋細胞外에 水結晶 형성으로 인하여 組織內의 筋細胞가 다소 凝集되어 있는 것을 볼 수 있으나 凍結溫度差에 의한 組織構造上의 差異는 거의 찾아볼 수 없었다.

$-18^{\circ}\text{C}$  및  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 1개월 凍結貯藏後 凍結된 狀態의 筋肉組織을 관찰한 結果는 Plate 3과 같다.

凍結直後 細胞內에 발생한 水結晶은 貯藏期間이 길어짐에 따라 인접한 水結晶들끼리 합쳐져 크게 되었고 筋纖維의 走行方向에 따라 水結晶이 길어진 水柱狀을 형성하였으며 凍結直後보다 筋纖維끼리의 뭉쳐짐이 현저하였다. 즉,  $-18^{\circ}\text{C}$  및  $-25^{\circ}\text{C}$  凍結貯藏에서는 작은 水結晶의 數가 적어지는 반면에 水結晶은 크게 되었으며 凍結直後와 差異를 나타내고 있다. 또한 貯藏 3개월째까지 水結晶의 成長은 보이지만 그 정도는 아주 작았다(Plate 4, Plate 5).

田中(1965)은 細胞外凍結肉의 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 報告한 바 있으며, 宋 등(1984)은 피조개의 凍結貯藏中 貯藏溫度가 높을수록 細胞外에 生成된 水結晶이 貯藏期間의 長期화와 더불어 인접한 水結晶끼리 합쳐져 크게되고 동시에 길게 된다고 報告하였다.

한편 小嶋와 大高(1985)는 정어리와 고등어의 凍結貯藏中 組織觀察에서 凍結狀態에서는 細胞外凍結이 있으며 큰 氷結晶이 다수 보였지만 貯藏溫度와 貯藏期間의 差異에 따른 一定의 傾向은 없었다고 報告하였다. 그러므로 오징어의 凍結狀態에서 組織은 貯藏溫度에 의한 差異는 명확하지 않지만 貯藏期間이 길어짐에 따라 氷結晶의 成長과 筋組織의 凝集현상이 일어나는 것으로 생각되어진다.

### 3) 解凍後의 組織變化

試料를  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 凍結直後 解凍한 狀態의 組織은 Plate 6과 같다. 凍結直後 解凍한 試料의 組織에서는 凍結時 氷結晶의 발생에 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 7은 1개월 凍結貯藏後 解凍한 狀態의 組織을 나타내고 있는데 貯藏期間이 길어짐에 따라 생긴 組織構造上的 差異는 解凍後 생 것 일때의 緻密한 構造가 허물어져 凍結貯藏時 生成된 큰 氷結晶이 있던 자리에 解凍後 復元이 불충분하여 筋纖維사이가 더욱 넓어져 구멍이 생긴 자리가 보이며 3개월 凍結貯藏後 Plate 9( $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ )는 凍結貯藏中 筋細胞外에 발생하였던 큰 氷結晶이 解凍後에도 復元되지 않고 洞空으로 남아 筋肉構造가 심하게 변형되고 筋纖維끼리 뭉쳐져 있는 것도 보이며 筋纖維의 彈力性이 상실된 것을 나타내었다.

田中(1976)는 魚肉이 解凍後에도 凍結된 痕적이 남아 스푸지화가 일어나는 것은 筋細胞內外의 水分이 凍結됨에 따라 水分은 氷結析出되고 일부의 未凍結水分은 多量의 鹽類를 濃縮한 狀態로 되어지며 冷蔵期間이 길어질 경우 蛋白質은 鹽析現象을 일으켜 變性되고, 保水力도 떨어져 다시 復원

되지 못하기 때문이라고 하였다.

따라서 本 實驗의 結果도 貯藏溫度에 의한 差는 적었으나 貯藏期間이 길어짐으로 인하여 蛋白質이 變性되고 따라서 保水力이 低下되기 때문인 것으로 생각된다.

#### IV. 要 約

오징어의 적합한 凍結條件을 규명하고자 내장, 다리 부분을 제거한후 몸통을  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ 로 3개월동안 凍結貯藏하면서 品質變化에 대하여 物理, 化學, 組織學的인 면에서 實驗하였으며 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 凍結貯藏中 pH는 貯藏溫度에 관계없이 거의 變化가 없었다.
2. 遊離드립量, 壓出드립量 및 Cooking loss는 貯藏期間이 길어짐에 따라 增加하였으며 保水性은 減少하였다.
3. 筋肉蛋白質의 溶出性에서 筋原纖維蛋白質羥基素는 貯藏期間이 길어짐에 따라 貯藏溫度에 관계없이 減少하였고, 알칼리可溶性蛋白質羥基素는 貯藏溫度에 따라 다소 차이는 있으나 增加하였으며 筋形質蛋白質羥基素와 基質蛋白質羥基素는 凍結溫도와 貯藏期間에 상관없이 거의 變化가 없었다.
4. 엑스분 窒素含量은 각 溫度에서 전 貯藏期間을 통하여 거의 일정한 값을 유지하였다.
5. 筋肉組織構造의 變化는
  - 1) 生試料의 筋肉組織構造에서 筋纖維는 평활근으로 가느다란 筋纖維가 筋肉組織內에 緻密하게 分布하였다.
  - 2) 凍結狀態의 筋肉組織은 凍結直後 筋細胞의 走行方向을 따라 미세한 水結晶이 筋細胞外에 形成되었으며 解凍後 양호한 복원상태를 보였으나 貯藏期間의 경과와 더불어 水結晶이 成長하였다.

- 3) 解凍狀態의 組織構造는 貯藏 1개월부터 貯藏溫度에 關係없이 解凍 後 復元이 不충분하여 筋纖維 사이에 痕跡이 생기고 緻密한 筋肉構造가 허물어진 것을 관찰할 수 있었다.

## V. 参 考 文 献

- 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 dupple - Hinge rock scallop. J. Food Sci., 47 : 1654 - 1661.
- 小長谷史郎, 1978. 常温における赤身魚の筋原纖維蛋白質の變性. ヤケ肉發生の要因. 東海區水研報., 96 : 67 - 74.
- 小嶋秩夫, 大高建夫, 1984. 凍結まあじの品質におよぼす保存温度の影響. 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, まさば及さんまの品質におよぼす貯藏温度の影響. 日本冷凍協會論文集, 2(1) : 23 - 34.
- 佐野豊, 1980. 組織學研究法, 南山堂, 東京, pp.117.
- 橋本周久, 渡部終五, 1983. マグロ肉の凍結貯藏中における肉色および保水性の變化. 日水誌., 49(2) : 203 - 206.
- 河壽鏞, 1983. 북어의 乾燥와 冷凍에 의한 筋肉組織의 變化. 濟州大學校 碩士學位論文.

- 李應昊, 金程均, 河在浩, 吳光秀, 車庸準, 1983. 빙결점 凍結에 의한 水産 食品의 品質保存에 관한 研究. (1) 빙결점 凍結 貯藏中の 구운 고등어 品質變化. 한국영양식량학회지, 12(2) : 62 - 65.
- 李應昊, 吳光秀, 安昌範, 李泰憲, 鄭泳勳, 1987. 冷凍 정어리 調味肉의 加工 및 貯藏中の 品質 安定性. 韓水誌., 20(3) : 191 - 201.
- Love, R.M. and S.B. Haroldson, 1961. The expressible fluid of fish fillet-X I. Ice crystal formation and cell damage in cod muscle frozen before rigor mortis. J.Sci.Food Agri., 12 : 442 - 449.
- 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.Food Sci., 32, 637.
- 松田由美子, 1969. 스키투우타라의 凍結による 貯藏. 日水誌., 35(9) : 891-896.
- 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의 變化並に 相互의 關係. 鹿島大 水産記要., 11 : 41 - 64.
- 宋大鎭, 金洙賢, 河璉桓, 1984. 貝類의 凍結에 관한 研究. (1) 소라의 凍結. 濟州大 海資研報., 8 : 47 - 51.
- 宋大鎭, 許宗和, 姜泳周, 1977. 옥돔의 凍結에 관한 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 - 226.
- Shaban, O., Y. Uchiai, S. Watabe, 1987. Quality changes in kuruma prawn during frozen and ice storage. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 53(2) : 291 - 296.
- 宋大鎭, 河璉桓, 姜泳周, 1987. 貝類의 冷凍에 관한 研究 V. 키조개의

- 冷凍貯藏에 의한 品質 變化. 濟州大學校 論文集, 24 : 75 - 83.
- 宋大鎭, 1978. 전복의 凍結에 關한 研究. (2) 凍結에 의한 전복 組織의 變化. 韓水誌., 11 : 91 - 95.
- 宋大鎭, 姜泳周, 1979. 옥돔의 凍結에 關한 研究. (2) 凍結에 의한 옥돔 組織의 變化. 韓水誌., 12 : 131 - 136.
- 宋大鎭, 河璉桓, 金洙賢, 1985. 貝類의 冷凍에 關한 研究. (4) 오문자기의 凍結貯藏 溫度에 따른 品質의 變化. 濟州大 海資研報., 9:33 - 38.
- 宋大鎭, 申必鉉, 許宗和, 1976. 乾燥 옥돔의 酸化防止에 關한 組織學的 研究. 韓水誌., 9 : 239 - 244.
- 宋大鎭, 1973. 아와비의 品質에 及ぼす 凍結速度의 影響. 冷凍, 48: 5 - 24.
- 宋大鎭, 小長谷史朗, 田中武夫, 1984. 貝類의 冷凍에 關する 研究. 第 1 報- 아카 가이肉의 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.
- 田中武夫, 1965. 冷凍 타라肉의 스폰즈化에 關する 研究. 冷凍., 40:3-13.
- 田中武夫, 稻葉捻, 1984. 赤身魚肉의 低溫貯藏에 關する 研究- 第 3 報. 冷凍마 사바의 品質에 及ぼす 凍結速度와 貯藏溫度의 影響. 日本冷凍協會論文集, 1(2) : 63 - 70.
- 田中武夫, 1969. 北洋産 冷凍 스키투우타라의 鮮度와 品質との 關係- I. 肉의 組織學的 觀察와 保水性. 東海區水研報., 60 : 143 - 168.
- 田中武夫, 1976. 白身의 魚와 赤身의 魚의 特性. 日本水産學會編, pp.93 - 105.
- 內山均, 1974. 水産生物化學·食品學 實驗書. 恒星社 厚生閣, pp. 5 - 6
- 羽田野六男, 高間浩藏, 小島博文, 座間宏一, 1983. 採卵後 시로사케 筋肉의 食品化學的 性狀. 日水誌., 49(2) : 213 - 218.

---

Watabe, S., Y. Ochiai, S. Kanoh, 1983. Proximate and protein composition of requiem shark muscle. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 49(2) : 265 - 268.



---

## EXPLANATION OF PLATES



---

Plate 1. Micrographs of muscle tissues of fresh squid.

No.1. Cross section of the inner part, X 100

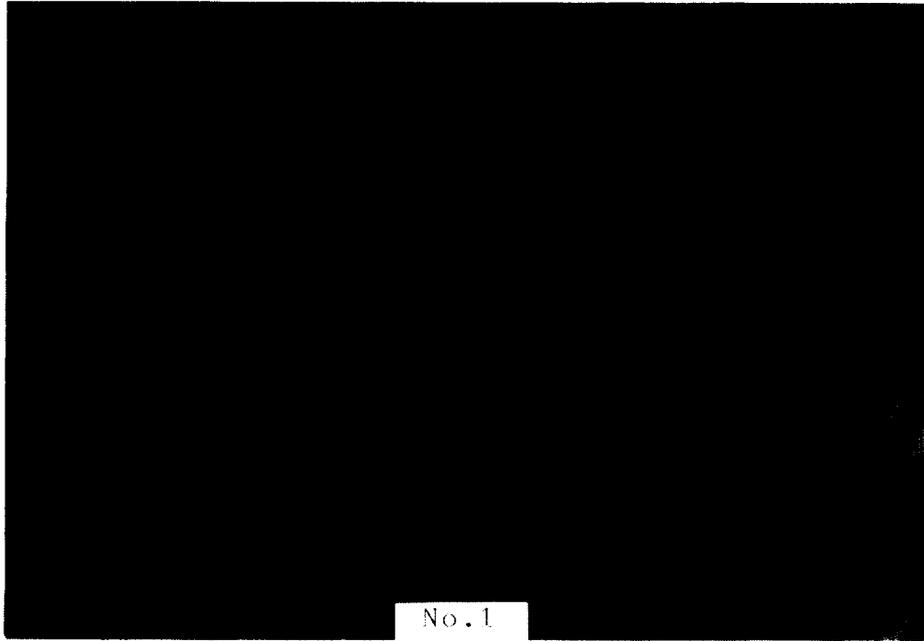


Plate 2. Histological changes of muscle tissues of squid in frozen state immediately after freezing.

No.1. Cross section of muscle tissues at  $-18^{\circ}\text{C}$ , X 100.

No.2. Cross section of muscle tissues at  $-25^{\circ}\text{C}$ , X 100.

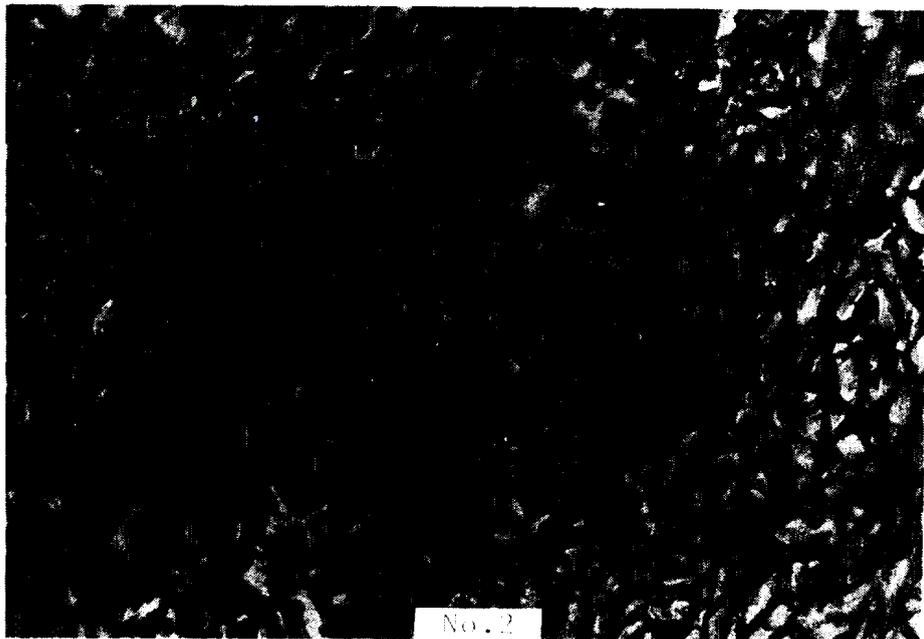
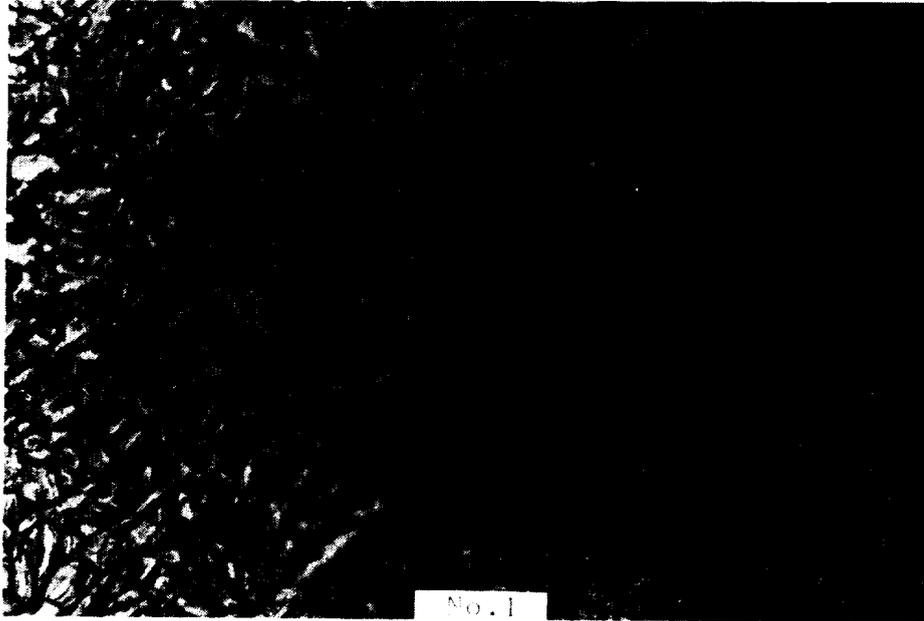


Plate 3. Histological changes of muscle tissues of squid after one month frozen storage.

No.1. Cross section of muscle tissues at  $-18^{\circ}\text{C}$ , X 100.

No.2. Cross section of muscle tissues at  $-25^{\circ}\text{C}$ , X 100.

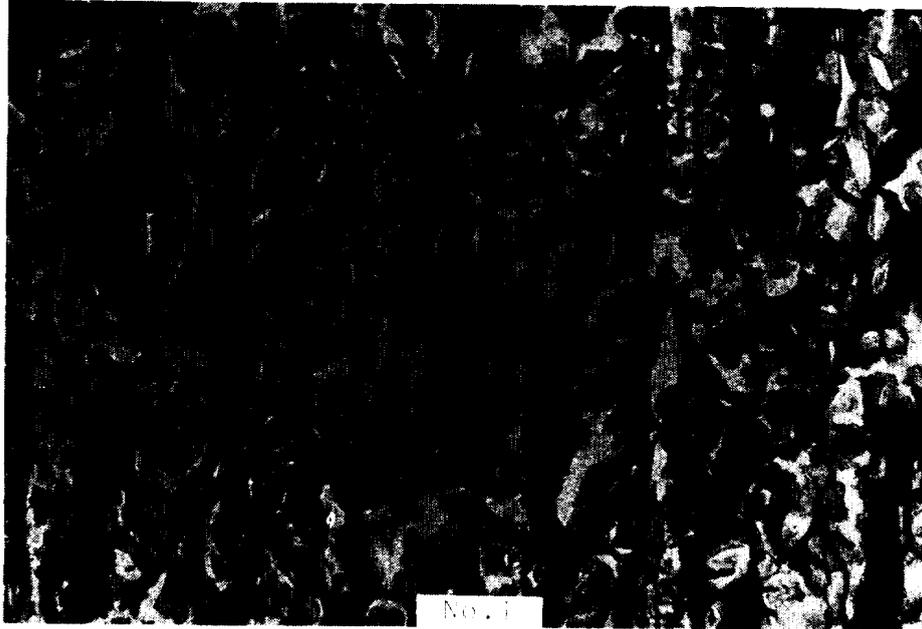


Plate 4. Histological changes of muscle tissues of squid after two months frozen storage.

No.1. Cross section of muscle tissues frozen at  $-18^{\circ}\text{C}$ , X 100.

No.2. Cross section of muscle tissues frozen at  $-25^{\circ}\text{C}$ , X 100.

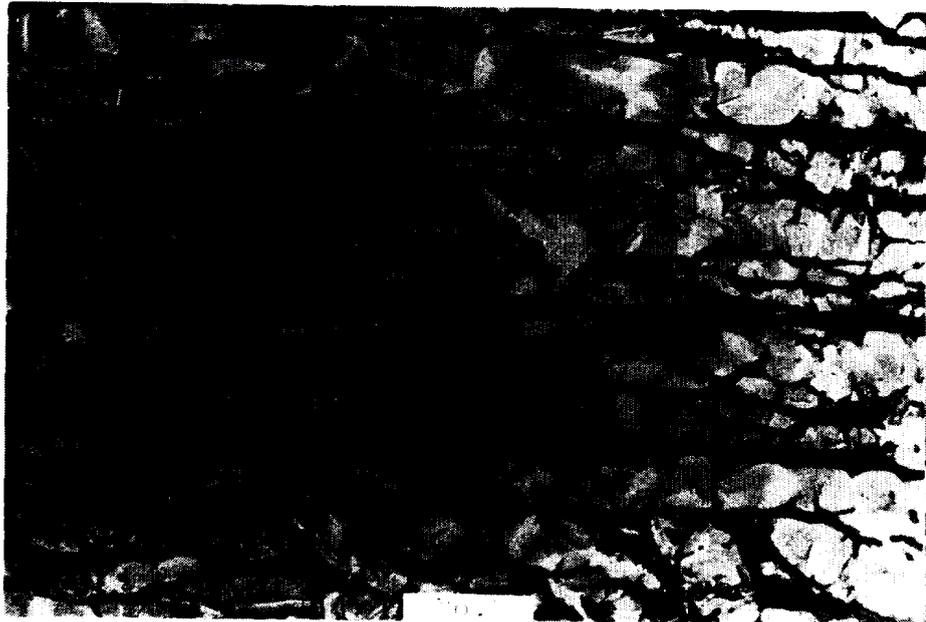
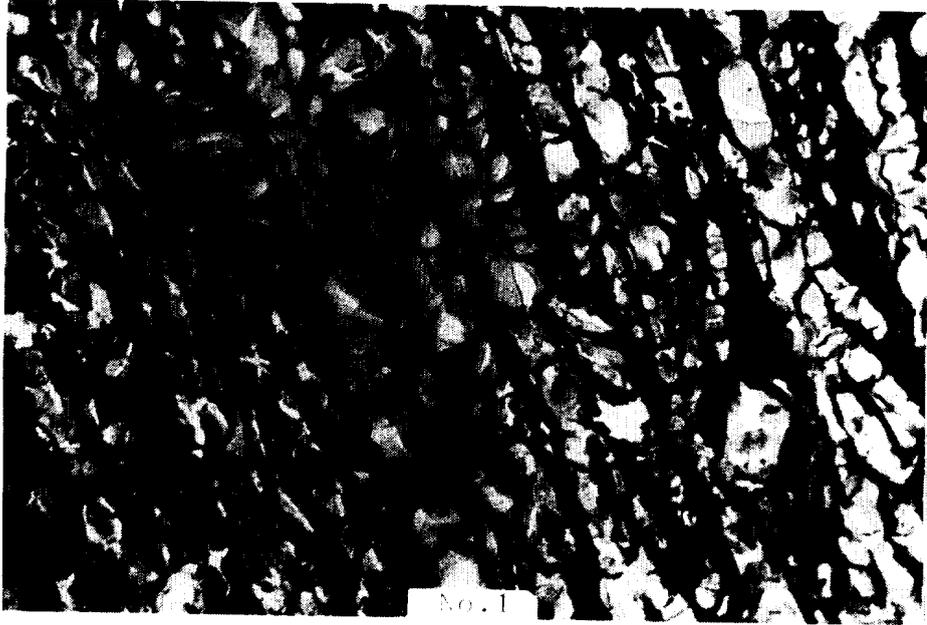


Plate 5. Histological changes of muscle tissues of squid after three months frozen storage.

No.1. Cross section of muscle tissues frozen at  $-18^{\circ}\text{C}$ , X 100.

No.2. Cross section of muscle tissues frozen at  $-25^{\circ}\text{C}$ , X 100.

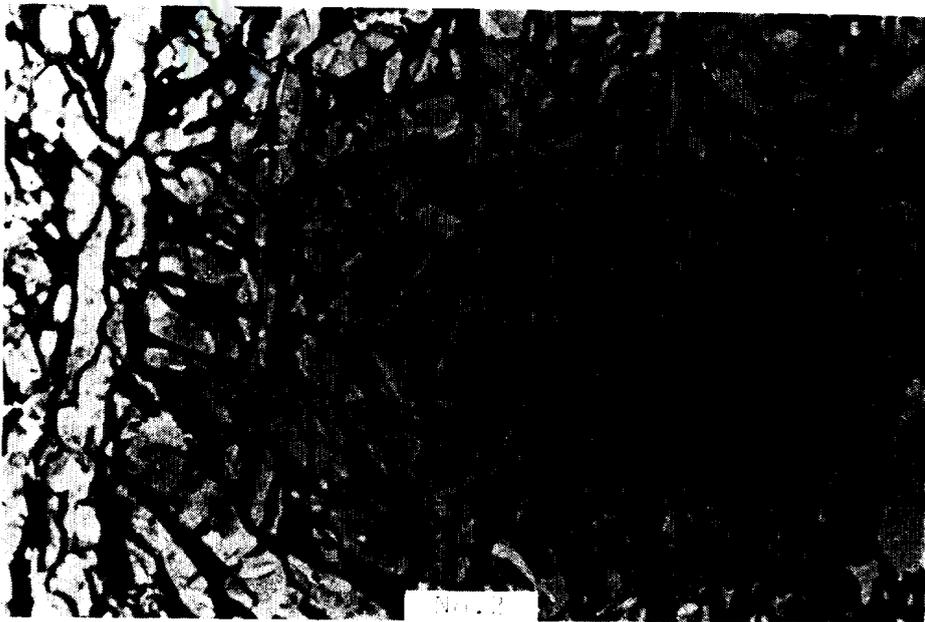


Plate 6. Histological changes of muscle tissues of squid in thawed state immediately after freezing.

No.1. Cross section of muscle tissues frozen at  $-18^{\circ}\text{C}$ , X 100.

No.2. Cross section of muscle tissues frozen at  $-25^{\circ}\text{C}$ , X 100.

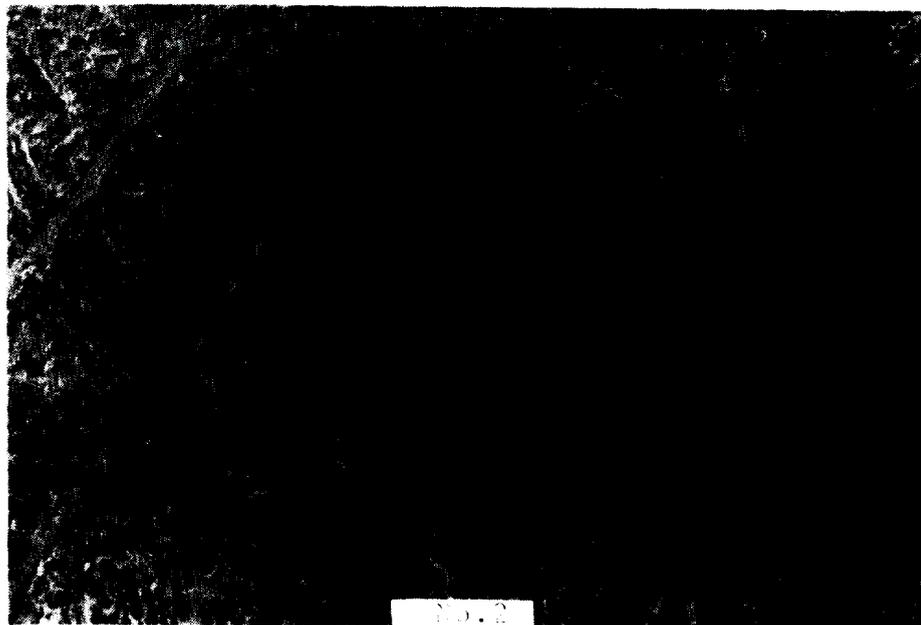
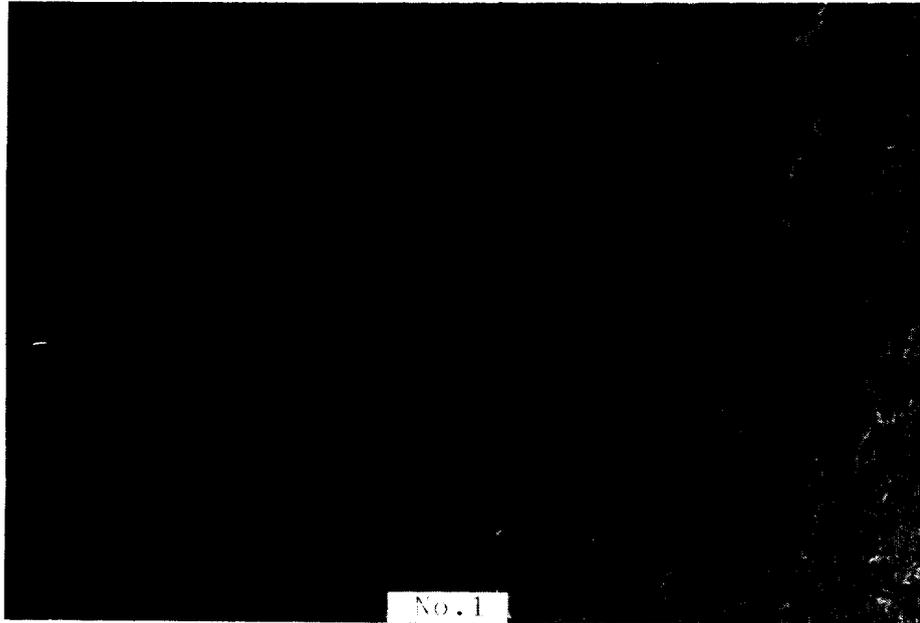


Plate 7. Histological changes of muscle tissues of squid in thawed state after onemonth frozen storage.

No.1. Cross section of muscle tissue frozen at  $-18^{\circ}\text{C}$ , X 100.

No.2. Cross section of muscle tissue frozen at  $-25^{\circ}\text{C}$ , X 100.

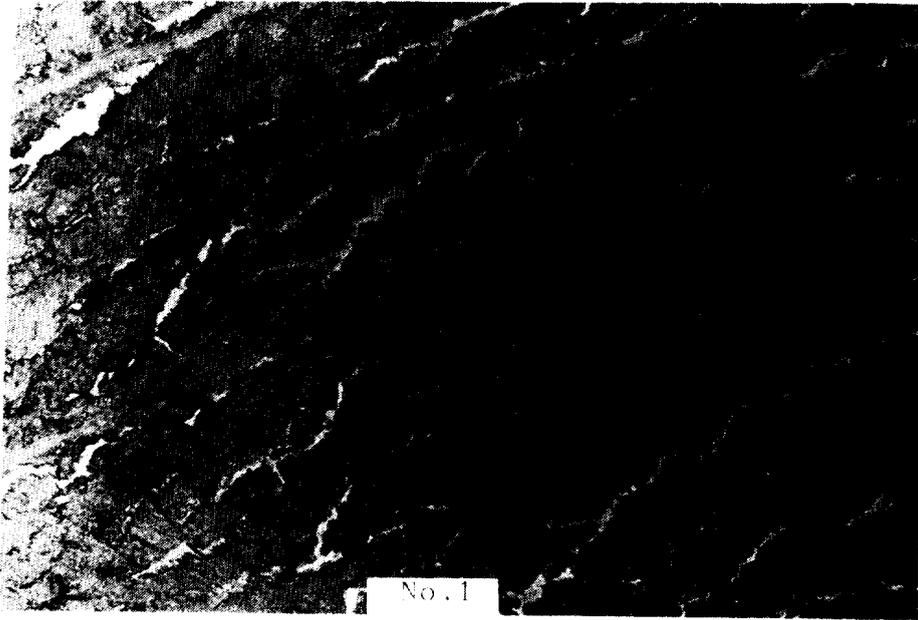


Plate 8. Histological changes of muscle tissues of squid in thawed state after two months frozen storage.

No.1. Cross section of muscle tissues frozen at  $-18^{\circ}\text{C}$ , X 100.

No.2. Cross section of muscle tissues frozen at  $-25^{\circ}\text{C}$ , X 100.

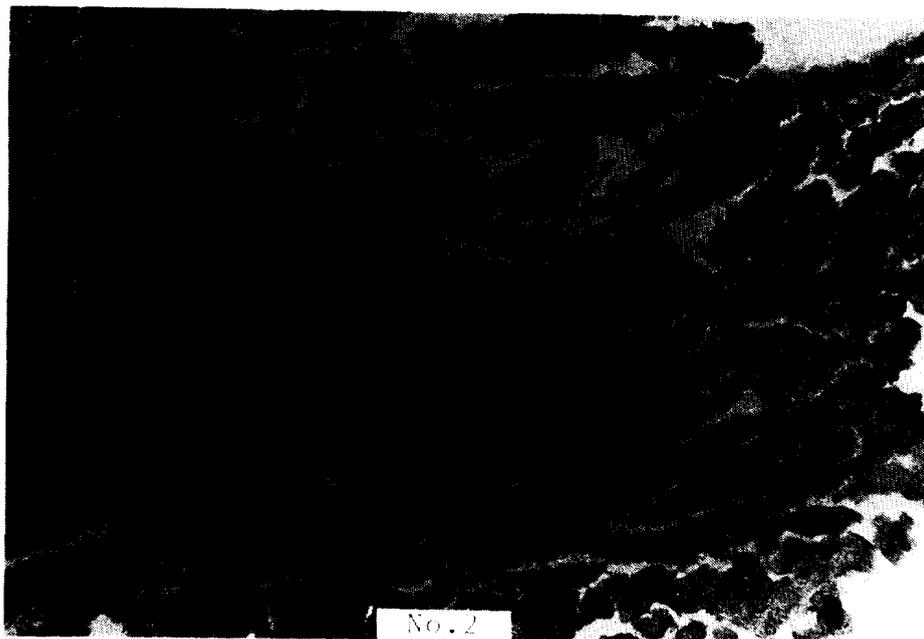
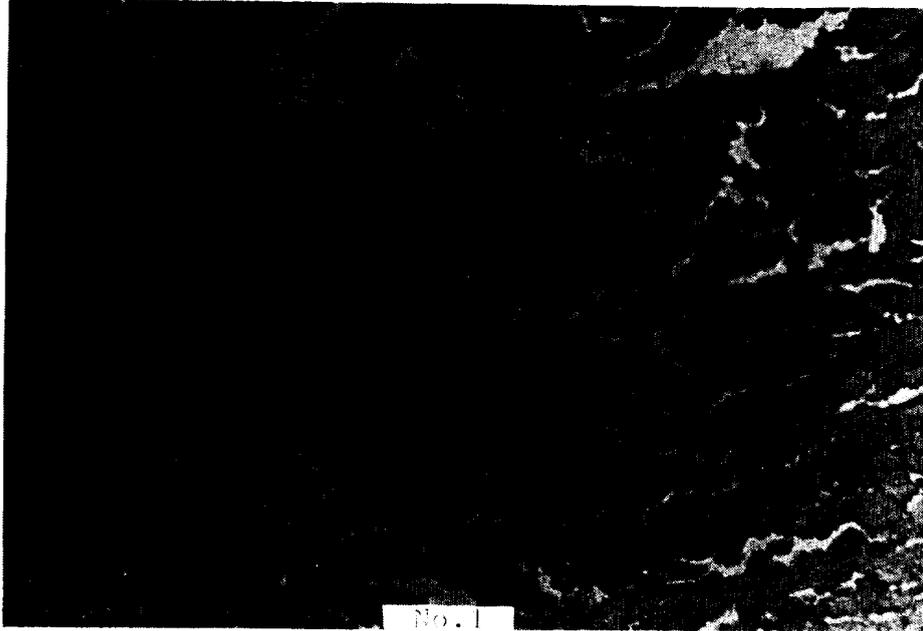
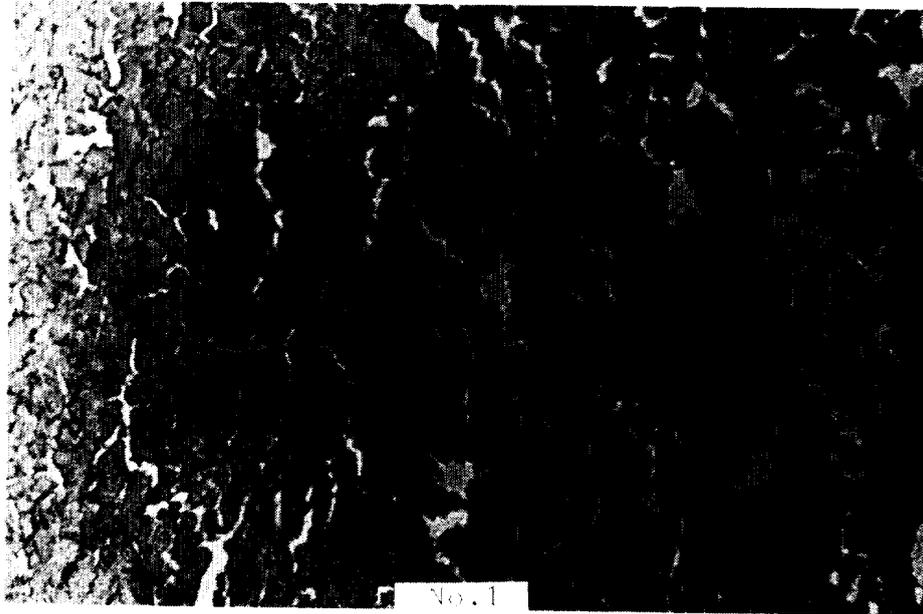


Plate 9. Histological changes of muscle tissues of squid in thawed state after three months frozen storage.

No.1. Cross section of muscle tissues frozen at  $-18^{\circ}\text{C}$ , X 100.

No.2. Cross section of muscle tissues frozen at  $-25^{\circ}\text{C}$ , X 100.



## 감사의 말씀

본 논문이 나오기까지 바쁘신 가운데서도 정성 어린 지도와 따뜻한 사랑으로 이끌어 주신 송대진 교수님께 깊은 감사말 드립니다.

또한, 부족한 능력을 채찍질하여 주시고, 이 글을 쓰기까지 인도하여 주신 하진환 교수님, 많은 조언과 격려를 주신 김재하 교수님, 고영환 교수님, 배움에 대한 용기와 희망을 불어 넣어 주신 김수현 교수님, 좌절과 절망에 빠졌을 때 사기를 북돋아 주신 강영주 교수님께 이 큰 영광을 드립니다.

그리고 주위에서 온갖 뒷바라지를 아끼지 않고 도와주신 문철수 소장님, 강병문 계장님, 오수호 계장님, 항상 아무런 불평없이 묵묵히 도와 주 강택주씨, 고영봉씨, 강영위씨께 깊은 감사말 드리며, 어려운 가운데서도 귀찮은 일 마다않고 도와주신 김창룡선생님, 사랑하는 후배 김성수께 고마움을 표합니다.

아울러, 오늘의 영광이 있기까지 학문의 길을 펼칠수 있도록 어려운 순간마다 돌보아 주신 민상기 과장님, 신상호 소장님께도 깊은 감사말 드립니다.

끝으로 사랑하는 어머니님, 형수님, 반대석 교수님, 구문희 사모님께 이 기쁨을 드리고 싶습니다.

