

碩 士 學 位 論 文

복어의 乾燥와 冷凍에 依한 筋肉組織의 變化

Histological Changes in Puffer During Drying and Freezing



濟州大學校大學院

食 品 工 學 科

河 壽 鋪

1983年 12月 日

認 准 書

碩 士 學 位 論 文

복어의 乾燥와 冷凍에 依한 筋肉組織의 變化

HISTOLOGICAL CHANGES IN PUFFER  
DURING DRYING AND FREEZING

指導教授 河 璣 桓

이 論文을 工學碩士 學位 論文으로 提出함.

1983 年 月 日

 제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY  
濟州大學校 大學院 食品工學科

河 壽 鏞

위 工學碩士 學位 論文을 認准함.

1983 年 月 日

審查委員長

---

審 查 委 員

---

審 查 委 員

---

# 目 次

摘 要 .....	2
I. 緒 論 .....	4
II. 材 料 및 方 法 .....	8
1. 材 料 .....	8
2. 加 工 方 法 .....	8
1) 乾 燥 .....	8
2) 凍 結 貯 藏 .....	8
3) 解 凍 .....	8
3. 筋 肉 破 碎 片 的 觀 察 .....	9
4. 顯 微 鏡 標 本 的 製 作 .....	9
1) 固 定 .....	9
2) gelatin 包 埋 .....	9
3) 遊 離 切 片 的 製 作 .....	10
4) 染 色 .....	10
III. 結 果 및 考 察 .....	11
1. 복어의 筋 肉 組 織 構 造 .....	11
2. 乾 燥 中 的 筋 肉 組 織 的 變 化 .....	12
3. 凍 結 解 凍 에 依 한 筋 肉 組 織 的 變 化 .....	15
4. Homogenation 에 依 한 筋 纖 維 的 變 化 .....	17
Summary .....	20
引 用 文 獻 .....	23

## 摘 要

복어의 加工貯藏을 위한 基礎資料를 얻고자 乾燥, 冷凍, 解凍過程中的 筋肉組織變化를 觀察하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 복어의 筋肉組織構造는 表皮, 真皮 部分에 따라 약간의 血合肉層과 普通肉으로 構成되어 있고 皮下脂肪層이 없으며, 細胞間質, 筋隔膜등의 結締組織은 비교적 많은 편이었다.
2. 筋肉組織은 질기고 두꺼운 表皮層과 질기고 부드러운 結締組織으로 연결되어 있으며, 筋肉의 部分에 따라 전복처럼 서로 교차하는 筋纖維가 存在하였다.
3. 乾燥에 의한 組織의 變化는 乾燥初期에는 結締組織의 脫水收縮이 일어나고 相對적으로 筋束의 間隔은 벌어지며, 乾燥末期에는 筋隔膜, 筋節은 收縮하고 筋束사이는 벌어지며 筋細胞는 密集되는 現象을 나타내었다.
4. 1개월 凍結貯藏後의 氷結晶의 分布는 貯藏溫度에 따라 달랐으며  $-35^{\circ}\text{C}$ 에서는 細胞內에,  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서는 細胞外에 氷結晶이 생겼고 筋纖維의 凝集現象을 볼 수 있었다.
5. 1개월 凍結貯藏後 解凍한 경우  $-35^{\circ}\text{C}$ 의 것에서는 거의 生鮮狀態로 復元되었으나  $-10^{\circ}\text{C}$ 의 것은 脫水變形이 심하여 復元이 不充分하였고,  $-35^{\circ}\text{C}$  凍結後  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 3個月동안 貯藏하였던 것은 氷結晶의 흔적이 그대로 남아있고 脫水收縮이 심하며 復元狀態도 극히 不良하였다.
6. 筋肉의 均質化에서 생것은 실처럼 가늘게 으깨어지고 풀어지며, 1개월

간 凍結貯藏한 것은 풀어지지 않았다. 그리고 凍結貯藏溫度의 차이에 따른 變化는 거의 볼 수 없었고, 凍結貯藏에 依해 保水性和 彈力이 低下함에 따라 收縮變形이 일어나며 단단해졌다.

## I. 緒 論

食品의 触感은 組織에 依해서 느껴지는 것이며 맛에 영향을 미치는 다른 要素들과 마찬가지로 加工貯藏中 매우 多様な 變化를 일으키나 食品加工의 觀點에서 본 筋肉組織의 變化에 關한 研究 結果는 그렇게 많지 않다.

河瑞(1953)는 魚類筋肉의 死後變化는 化學的 實驗만으로는 理解하기 어려우며 筋肉을 構成하고 있는 細胞를 基礎로 한 生體組織의 變化를 무시하고는 理解할 수 없다고 하였다. 그리고 腐敗에 따른 筋纖維의 붕괴속도는 揮發性塩基窒素의 증가와 一致하며 正常的인 筋纖維의 減少程度는 魚肉의 鮮度低下速度와 一致하였다고 報告하였다.

田中(1958)는 오징어의 利用加工을 爲한 基礎資料를 얻고자 오징어와 문어, 전갱이의 筋肉組織을 比較 研究하였고, 高橋와; 田中(1961)는 소라 筋肉組織의 構造와 煮熟에 따른 組織의 變化를 밝혔으며 宋(1973, 1978)은 전복의 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.

山田와 中村(1964)는 주요 食用魚類의 脂肪分布狀態를 觀察하였고, 山田(1972)는 다랑어類의 筋纖維의 形象變化와 脂質의 存在狀態를 觀察하여 内部筋肉보다 表層筋肉의 脂質含量이 25 ~ 50 배나 더 많았다고 報告하였다.

Dunajski (1979)는 魚肉이 加熱에 依하여 쉽게 붕괴하는 것은 結締組織의 含量이 적기 때문이며, 이것이 魚類筋肉의 特徵이라고 하였다. 또한 魚肉의 texture는 魚種, 나이, 크기, 營養狀態에 依해 영향을 받으며, 死後의

Texture에 영향을 미치는 要素는 解糖作用, 死後硬直, 筋肉의 收縮現象, 貯藏溫度, 調理溫度, pH 및 塩濃度 등이 있다고 하였다.

Higashi 와 Yamada (1962)는 칠성장어의 筋肉組織은 보통의 고등어 등 硬骨魚類와 다르며 筋細胞間 結締組織 속에 Vitamin A를 많이 含有한 脂肪細胞가 結締組織을 따라 排列하고 있음을 報告하였고, 宋(1982)도 먹장어에서 칠성장어와 비슷한 内部組織構造를 觀察하였다.

森 等(1980)은 오징어 젓갈의 熟成過程中에 일어나는 筋肉組織의 變化過程과 微生物의 作用過程을 觀察하였다.

한편 乾燥에 依한 筋肉組織의 變化에 関하여 小泉(1961)는 “Katsuobushi”의 “Shirata” 發生原因을 報告하였고, Lee 등(1966)은 魚肉을 天日乾燥 및 熱風乾燥하였을 때 일어나는 筋肉組織의 變化와 脂肪의 移動을 觀察하였으며, 卞과 李(1968)는 굴비製造中の 脂肪의 移動과 筋肉組織의 變化를 觀察하고 굴비의 독특한 食味와 texture는 塩藏, 乾燥中에 일어나는 筋纖維의 收縮 및 物理的 變化에 따라 영향을 받는다고 報告하였으며, 宋 등(1976)은 옥돔을 乾燥하였을 때 脂肪의 移動과 組織의 變化를 觀察하고 그 結果를 報告한 바 있다.

凍結貯藏에 依한 筋肉組織의 變化에 関해서는 西元와 田中(1959)가 날 개다랑어를 冷蔵하였을 때의 組織變化를 觀察하였고, Love 와 Haroldson(1961)은 대구를 凍結하였을 때 死後硬直 前의 것이 後의 것보다 氷結晶이 작으며 細胞內에 生成되었다고 하였으며, 西元(1962)는 凍結한 魚肉을 解凍하였을 때 drip의 量과 蛋白質의 變性 및 組織變化와의 關係를 밝히고 白身魚를 長期間 冷蔵한 後 解凍하면 肉質에 sponge化가 일어나

는데 이것이 白身魚가 赤身魚와 다른 特徵이라고 하였다. 田中(1965)는 대구類의 sponge 化의 원인과 그 방지방법을 밝혔으며, 田中 등(1969)은 死後硬直前부터 硬直初期狀態의 명태는 凍結하면 細胞内に 큰 氷結晶이 생기나 解硬後의 것은 細胞外에, 硬直末期의 것은 細胞内外에 氷結晶이 混在하였으며, 硬直前の 것은 drip 量도 적고 保水力도 좋았다고 報告하였다. 田中와 角田(1969)는 명태의 凍結過程에서 細胞内の 水分은 細胞外로 상당히 流出되고 冷蔵過程이 長期化 될 경우 細胞内の 氷結晶이 外部로 昇化 移動하여 현저하게 脫水되므로 細胞内の myofilament 는 그 간격과 폭이 좁아지며 이러한 微細單位의 脫水收縮이 筋細胞의 收縮을 일으키 筋細胞表面도 상당히 脫水된다고 報告하였다. 宋(1973, 1978)은 전복은 凍結方法에 따른 組織變化의 차이가 거의 없고 一般魚類보다 凍結에 依한 損傷이 적었으며, 宋(1979)은 옥돔을 溫度를 달리하여 6個月間 凍結冷蔵한 結果 높은 溫度에서 貯藏한 것이 낮은 溫度에서 貯藏한 것보다 細胞外 氷結晶이 많이 생겼다고 報告하였다. Bello 등(1981)은 금방어를 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 증가하고 氷結晶에 依해 筋原纖維가 壓搾되고 筋内膜이 破裂되는 現象이 일어났으며, 急速凍結한 것은 細胞内に 작은 氷結晶이 많이 생겼으나 緩慢凍結한 것은 細胞内外에 키다란 氷結晶이 적게 생기고 筋纖維와 筋原纖維가 심하게 壓搾萎縮되었다고 報告하였으며, 또한 Bello 등(1982)은 魚肉을 液體窒素에 依해 急速凍結하면 組織의 微細構造變化를 最小限度로 줄일 수 있다고 하였다. 宋(1982)은 數種의 魚貝類를 여러 條件으로 冷凍, 解凍, 加熱 및 乾燥하였을 때 筋肉組織의

变化를 觀察하여 水産加工의 基礎資料로 提示한 바 있다.

복어는 우리나라 黃海의 外海와 濟州道 近海 및 東支那海에서 많이 漁獲되며 국내소비보다는 冷凍하여 수출을 더 많이 하는 魚種으로서 種에 따라 차이는 있으나 體內에 극히 強毒의 毒素를 가지고 있어 食用하는 데는 魚體處理上의 대단한 어려움과 위험이 따르는데도 불구하고 즐겨 먹는 것은 복어의 독특한 맛과 新鮮할 때는 물론 冷凍하거나 乾燥하였을 때에도 脂肪의 酸化에 依한 變質이 적고 筋肉은 비교적 좋은 彈力을 保有하고 있어 맛과 觸感이 좋기 때문인 것 같다.

本 實驗에서는 복어의 冷凍, 乾燥中에 일어나는 筋肉組織의 变化를 觀察하여 복어 筋肉의 組織學的인 特徵을 밝혀 복어 加工의 基礎資料를 얻고자 하였다.



## Ⅱ. 材 料 및 方 法

### 1. 材 料

城山浦 近海에서 漁獲한 新鮮度 良好한 복어, Fugu xanthopterus (體長 23 ~ 33 cm, 體重 450 ~ 750 g)를 1983년 4월 17일 城山浦水協販賣場에서 구입한 후 fillet로 만들어 實驗에 사용하였다.

### 2. 加工方法

#### 1) 乾 燥

試料 fillet를 plastic 바구니에 한장씩 펴서 水分含量이 40% 될 때까지 陽乾하였으며 日氣가 不純할 때나 밤에는 poly ethylene 주머니에 싸서 庫内溫度 5℃의 冷藏庫에 넣어 두었다가 日氣가 좋은 때에 다시 陽乾하였다.

#### 2) 凍結貯藏

試料를 poly ethylene 으로 세겹으로 싸서 庫内溫度 -10℃와 -35℃의 still air freezer 로 1個月間 凍結貯藏하였다.

#### 3) 解 凍

試料의 中心溫度가 2 ~ 3℃ 될 때까지 5℃의 冷藏庫에서 静止空氣 解凍하였다.

### 3. 筋肉破碎片의 觀察

試料에서  $200 \pm 5$  mg을 取하여 1% 冷 formalin 溶液 20 ml와 함께 homogenizer에서 1分間 (8700 rpm) 破碎하여 均質化된 液을 한 방울 slide glass에 取하고 그 위에 0.5% eosin 溶液 한 방울을 加한 後 顯微鏡으로 觀察하였다.

### 4. 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 하여 鏡檢用 preparat를 만들었다.

#### 1) 固 定

生試料와 乾燥試料는 1~2 cm크기로 切斷하여 10% 中性 formalin 溶液에 넣어 室溫에서 2~3日間 固定하였다. 凍結試料는 凍結 置換法 (佐野, 1980)에 依하여  $-10^{\circ}\text{C}$ 와  $-35^{\circ}\text{C}$ 로 冷却한 10% formalin alcohol 溶液으로 각각의 溫度에서 2日間 固定하였고, 解凍後의 試料는 生試料와 같은 方法으로 固定하였다.

#### 2) gelatin 包埋

固定이 끝난 試料肉片을 流水로 1~2日間 씻은 다음 10% gelatin (1% phenol 첨가) 溶液 속에 넣어  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 1~2日間 浸透시키고 다시 30% gelatin (1% phenol 첨가) 溶液에 옮겨 1~2日間 浸透시켰다. 그 다음  $5^{\circ}\text{C}$ 의 冷藏庫에서 gelatin을 凝固시켜 試料 block을 만든 後 10% formalin 溶液 속에 1日間 넣어 gelatin을 固化시켰다.

3) 遊離切片의 製作

cryostat microtome 으로 10 ~ 25  $\mu$ 의 遊離切片을 만들었다.

4) 染色

遊離切片을 eosin 으로 單染色하여 apathy gum syrup 으로 封入하여 檢鏡하였다.

### Ⅲ. 結 果 및 考 察

#### 1. 복어의 筋肉組織 構成

生試料의 筋肉組織을 觀察한 結果는 plate 1 과 같다. 복어의 筋肉組織 構造는 비늘이 없고 表皮層은 매우 두껍고 질기면서도 다른 魚類와는 달리 筋肉組織과는 단단하게 붙어 있지 않고 흐늘흐늘 하여 別個로 움 직였는데 이것은 매우 부드러우면서도 질긴 結締組織으로 서로 連結되어 있었다. 宋(1982)은 삼치, 고등어 보다 장어類와 먹장어의 表皮層이 두껍고 질기다고 한 바 있는데 이보다는 더 두꺼웠으며, 筋肉組織과 表皮層의 連結形態는 宋(1982)의 여러 魚種에 對한 報告와 매우 비슷 하였다.

皮下脂肪層은 다른 魚類들에 對한 觀察結果들( Lee 등, 1966; 卞과 宋 1968; 宋, 1976, 1982) 과는 달리 전혀 存在하지 않는 것이 特異하였 으며, 이것은 복어의 獨特한 淡泊한 맛과 關係깊을 것으로 생각된다.

血合肉層은 魚體 腹部의 側線 밑部分에 약간 정도와 등쪽에서 나온 가시( pterigiophore ) 部分의 양쪽에 약간 存在하였는데 側線 밑部分의 것은 普通肉 部分과 境界가 不分明하여 조기( 卞과 李, 1968), 옥돔 ( 宋, 1976 )에 對한 觀察結果와 비슷하였다.

筋纖維는 가늘고 굵은 차이가 매우 심하고 緻密하지 않은 편이었다. 宋(1982)은 回遊性魚類인 고등어나 삼치는 筋細胞가 가늘고 緻密하나 底棲性인 가자미는 비교적 굵고 緻密하지 않았다고 한바 있는데 이 結果와 비교하여 보면 가자미보다는 굵고 고등어, 삼치보다는 가는 편이

었다. 다른 어류와 달리 복어 筋肉의 特異한 點은 筋纖維 中에는 筋肉組織의 縱断面 ( longitudinal section )에서 보는 것처럼 走行하는 筋纖維가 橫断面 ( cross section )에서도 部分的으로 存在하는 것이었다. 이것은 아마도 복어가 魚體의 體積을 자유로이 조절할 수 있다는 것과 關係깊을 것으로 생각되며, 細胞間質, 筋隔膜등의 結締組織은 비교적 많은 편이었다.

## 2. 乾燥中の 筋肉組織의 變化

天日乾燥中の 筋肉組織의 變化를 觀察한 結果는 plate 2와 같다. plate 2 -- Fig. 1은 乾燥를 시작한 後 6시간째의 것으로서 筋束과 筋束사이가 넓게 벌어진 것을 볼 수 있다. 이것은 乾燥가 進行됨에 따라 外部가 乾燥됨과 同時에 筋肉内部까지 收縮된 것으로 보이며, 宋 ( 1982 a, b )의 筋肉이 전체적으로 약간 收縮됨에 따라 筋細胞들은 서로 붙고 筋束사이는 벌어진다고 한 結果와 잘 일치한다.

plate 2 -- Fig. 2는 乾燥後 9시간째의 것으로 乾燥後 6時間째의 것과 같이 筋細胞사이는 서로 가까워지며 筋束사이는 벌어지는 경향을 보이고 있다. 이와같이 乾燥初期에 筋細胞는 서로 가까워지고 筋束 사이는 서로 벌어지는 原因은 乾燥初期에는 전체적으로 筋肉이 收縮되나 그중에서도 結締組織의 脫水收縮이 강하게 일어나 筋束間의 間隔이 相對적으로 벌어지게 되고 따라서 筋細胞 사이는 좁아지는 것 같다.

plate 2 -- Fig. 3은 乾燥 20時間째의 것으로서 筋隔膜, 筋節은 收縮되고 筋細胞도 脫水收縮 되면서 서로 密集된 狀態를 나타내고 있다. plate 2 -- Fig 4, 5는 각각 30시간, 35時間째 乾燥한 것으로서 筋隔

膜이나 筋節들의 사이가 벌어지는 상태이며 筋束과 筋束사이가 차츰 分明하게 벌어져 가는 것을 볼 수 있다.

plate 2 - Fig. 6 은 乾燥 48時間째의 것으로 筋隔膜, 筋節은 收縮하고 筋束사이는 현저하게 벌어졌으며 筋細胞들은 生試料의 경우보다 密集한 것처럼 보이나 筋細胞 하나 하나의 固體는 明確하게 分離되어 있음을 볼 수 있다. Fig. 6 을 전체적으로 보면 논의 바닥이 바짝 말랐을 때 일어나는 龜裂現象과 거의 같은 모양이다.

Lee 等 (1966) 은 고등어와 전갱이를 乾燥하면 乾燥가 進行됨에 따라 인접하는 여러 筋纖維들이 모여들어 筋束들이 密集하도록 하며 이웃하는 筋節들 사이는 生鮮狀態에 比하여 2배나 넓어졌다고 한 바 있다.

宋 (1982 a, b) 은 일반 魚類의 乾燥過程 中 乾燥初期 段階에서는 魚種에 關係없이 乾燥에 依하여 筋肉의 内部構造는 공통적으로 筋隔膜이 收縮되고 筋細胞 사이는 넓어지는 變化가 일차적으로 나타나나, 乾燥末期 段階는 魚種에 따라 약간 다른 結果로 나타난다고 하였다. 즉 結締組織이 적고 筋隔膜이 약하며 脂肪과 筋纖維가 많은 魚種에서는 筋細胞의 體積이 적어짐과 同時에 서로 密集하여 筋隔膜이 다시 더 벌어지는 結果를 나타내는 形態와 結締組織이 많고 筋隔膜이 강하며 筋胞과 脂肪이 적은 魚種에서는 筋隔膜 주위의 筋細胞가 筋隔膜이 脫水收縮함에 따라 붙게 되므로 筋隔膜이 아닌 筋細胞 사이가 벌어지는 것의 두가지 形態로 구분한 바 있는데 ( Fig. 1 參照 ), 이러한 구분으로 나누어 볼 때 복어의 경우 乾燥에 의한 筋肉組織의 變化는 筋隔膜 주위의 筋細胞 사이가 벌어지는 形態의 内部構造를 나타낸다고 볼 수 있다.



(A)



(B)



(C)

My : myocommata      M.C. : muscle cell

A : Widened cell intervals with narrow myocommata.

B : Narrow cell intervals with widened myocommata.

C : Splitted cell intervals with narrow myocommata.

Fig. 1. Schematic figures of muscle fiber and their structural changes during dehydration.

### 3. 凍結, 解凍에 의한 筋肉組織의 變化

凍結에 의한 筋肉組織의 觀察結果는 plate 3 과 같다.

plate 3- Fig.1,2 는  $-35^{\circ}\text{C}$  에서 1個月間 凍結貯藏한 것으로 大部分의 氷結晶은 細胞內에 생겼고 약간 정도 細胞外에도 생겼으나 筋細胞의 파괴 정도는 비교적 적은 편이며 部分的으로 細胞內容物이 약간 流出되었음을 보여 주고 있다.

plate 3 - Fig. 3,4 는  $-10^{\circ}\text{C}$  에서 1個月間 凍結貯藏한 것으로서  $-35^{\circ}\text{C}$  의 結果와는 아주 대조적인 모양을 보이고 있다. 筋細胞는 細胞外에 생긴 커다란 氷結晶들에 의해 극히 脫水萎縮되어 아주 密集된 狀態로 筋束들이 뭉쳐 있으며 筋細胞도  $-35^{\circ}\text{C}$  보다 많이 파괴되었고 細胞內容物도 더 많이 流出되었음을 보여 주고 있다.

plate 3 - Fig. 5, 6 은  $-35^{\circ}\text{C}$  에서 凍結後  $-20^{\circ}\text{C}$  에서 3個月間 貯藏한 것으로서 氷結晶은 거의 다 細胞外에 생겨 筋細胞는 脫水萎縮되어 독특한 彈力이 없어지고 細胞內容物도 약간 정도 유출되었으며 筋束들도 서로 뭉쳐져 있다.  $-35^{\circ}\text{C}$  에서 凍結하였던 것인데도 細胞外 凍結狀態를 나타내는 것은 貯藏期間中 筋纖維內的 水分이 筋纖維外로 移動하여 氷結晶이 크게 成長하고 筋肉蛋白質의 變性和 長期貯藏하는 동안의 保水力 低下에 의하여 解凍後에도 그 자리가 남게 되어 sponge 化가 일어난다고 한 田中(1965)의 結果와 같다. 宋(1979)은 육돔을  $-5^{\circ}\text{C}$  와  $-35^{\circ}\text{C}$  에서 6個月間 凍結貯藏한 結果  $-35^{\circ}\text{C}$  의 것은 주로 筋細胞內에 氷結晶이 생겼으나  $-5^{\circ}\text{C}$  의 것은 모두 細胞外에 커다란 氷結晶이 생겼고 貯藏期間이 길어짐에 따라  $-5^{\circ}\text{C}$  의 것이  $-35^{\circ}\text{C}$  의

것보다 筋細胞의 萎縮, 파괴나 筋細胞의 排列形態 등의 變形이 빨리 왔으며 6個月間 貯藏後에는 모두 sponge 化가 있어났다고 하였다. 그러나 西元와 田中(1959)는 낱개 다랑어를 1個月間  $-17^{\circ}\text{C}$ 에서 凍結貯藏 하였을 때 筋纖維는 凍結직후의 모양과 큰 차이가 없었고, 2個月間 貯藏後 解凍한 것은 凍結하기 前의 狀態와 비슷하였다고 하였다. 魚種에 따른 이러한 차이에 대하여 田中(1976)는 白身魚가 赤身魚보다 水分이 많고 蛋白質은 적으며, 그 中에서도 특히 대구나 명태는 體液中에 많은 窒素를 溶存하고 있으며, 凍結時 가스分離에 의한 體積膨脹率이 크게 되므로 筋肉組織이 복잡하여져 細胞壁에 작은 구멍이 많이 생기므로 蛋白質은 凍結變性하기 쉽게 되기 때문에 凍結耐性이 낮다고 하였다.

鈴木등(1964)은 명태를 液体窒素로 凍結한 것은 극히 微細한 細胞内氷結晶이 생겼고  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 凍結한 것은 커다란 細胞外 氷結晶이 생겼다고 하였으며 田中와 金子(1979), Bellow 등(1981)도 이와같은 結果를 報告한 바 있다.

plate 4는 凍結貯藏한 後 解凍한 狀態의 筋肉組織을 觀察한 것이다.

plate 4 - Fig. 1, 2에서 보는 바와 같이  $-35^{\circ}\text{C}$ 에서 1個月間 凍結貯藏後 解凍한 것은 생것에 비하여 筋細胞와 筋束의 間隔이 약간 벌어졌고 筋細胞의 排列形態도 약간 흐트러졌으나 筋細胞는 거의 損傷 없이 復元되었다. 그러나  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서 1個月間 凍結貯藏하였던 것은 筋細胞도 약간 정도 파괴되었고 그 排列形態도 매우 흐트러졌으며 復元狀態도 不良하다. ( plate 4 - Fig. 3, 4 )

plate 4 - Fig.5, 6 은 - 35 C 凍結後 - 20 C 에서 3 個月間 冷蔵하였던 것을 解凍한 것인데 筋束사이는 매우 벌어져 있고 筋細胞는 凍結 貯藏中 생겼던 氷結晶의 흔적이 그대로 남아있는 것도 있으며 전체적으로 脫水收縮이 심하여 彈力이 없어 보이고 復元도 不充分하다.

이와같은 結果는 凍結, 冷蔵溫度는 낮았으나 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.

西元(1962)는 고등어를 解凍하였을 때 drip의 量은 冷蔵期間에 비례하며 蛋白質의 變性和 drip의 量과는 正의 相関關係가 있다고 하였고, 鈴木등(1964)은 蛋白質의 變性에는 凍結最終 溫度보다 凍結速度가 더 큰 영향을 미친다고 한바 있다.

田中(1976)는 魚肉이 解凍後에도 凍結된 흔적이 남아 sponge 化가 일어나는 것은 筋細胞 内外의 水分이 凍結됨에 따라 水分은 氷結析出되고 일부의 未凍結 水分은 多量の 塩類를 濃縮한 狀態로 되어서며, 蛋白質은 未凍結의 濃縮된 塩溶液에 잠겨진 狀態가 되고 冷蔵期間이 길어질 경우 蛋白質은 塩析現象을 일으켜 變性되고, 그 期間이 더욱 길어질수록 保水力도 떨어져 다시 復元되지 못하기 때문이라고 하였다.

#### 4. Homogenation에 의한 筋纖維의 變化

plate 5는 여러 조건들의 試料들을 1% 冷 formalin과 함께 均質化하여 筋纖維의 狀態를 觀察한 것이다.

plate 5 - Fig. 1, 2는 복어 생것을 均質化한 것인데 筋纖維는 으깨어

저 가는 머리카락 모양으로 보인다. 宋(1981)은 數種의 赤色筋魚類와 白色筋魚類의 筋肉을 均質化하여 觀察한 結果 赤色筋魚類의 筋纖維는 가늘고 길며 myofibril 狀態로 짜개져 풀어지는 것이 특징이며, 白色筋魚類의 筋纖維는 두텁고 짧은 편이었다고 하였다. 그러나 조기는 myofibril 狀態로 나뉘어져 실이 엉켜 있는 모양으로 뭉쳐지는 것이 특이한 점이라고 하였으며, 이 점이 조기를 原料로 하여 煉製品을 만들었을 때 좋은 彈力을 形成하는 것과 밀접한 關係가 있을 것이라고 하였는데 복어의 경우에도 筋纖維의 形態가 조기와 아주 비슷하며 실제 煉製品을 만들었을 때 비교적 좋은 彈力을 形成한다는 점으로 보아 筋纖維의 풀어지는 形態가 煉製品의 彈力과 깊은 關係가 있을 것으로 생각된다.

Love 와 Mackay (1962)는 冷凍한 魚肉의 蛋白質 變性정도를 알기 위하여 魚肉의 homogenate 를 만들어 筋纖維의 cell fragility 를 測定한 結果 新鮮도가 좋은 것이나 凍結冷藏狀態가 좋았던 것은 筋肉이 잘 破碎되어 混濁도가 진하여졌다고 하고, 蛋白質의 溶解性を 測定하는 方法보다 感도가 좋았다고 하였다.

plate 5 - Fig. 3~6 은  $-35^{\circ}\text{C}$  와  $-10^{\circ}\text{C}$  에서 凍結貯藏 하였던 것을 觀察한 結果이다.  $-35^{\circ}\text{C}$  의 것 (Fig. 3, 4) 은  $-10^{\circ}\text{C}$  의 것 (Fig. 5, 6) 보다 더 混濁되어 잘게 잘려 졌으나 거의 차이를 볼 수 없었다.

Kelly (1966)는 cell fragility 와 蛋白質의 變性和 texture 의 變化는 서로 關係가 있으나 pH의 영향을 考慮하여야 한다고 하였으며 西元和 太田(1965)는 解凍魚肉의 均質化된 液의 粘度는 魚類의 凍結筋肉 組織의 toughness 와 깊은 關係가 있다고 하였다. 宋(1982)은 魚肉을

凍結할 경우 蛋白質 주변의 水分이 凍結하게 되면 濃縮된 鹽溶液 속  
에서 蛋白質은 鹽析되어 水分을 잃은 狀態가 되므로 保水性이 떨어진  
凝集된 狀態가 된다고 한 바 있다.

- 35℃에서나 - 10℃에서 凍結貯藏하였던 복어筋肉 組織의 공통된  
특징은 筋纖維가 脫水収縮되어 彈力이 消失되었으며 나무토막 같은 모  
양을 하고 있었는데 이는 많은 研究者들의 報告와 같이 蛋白質의 變  
性때문으로 생각된다. 그러나 溫度差가 25℃나 되는데도 筋肉組織의  
均質化된 液에서 큰 차이가 없는 점으로 보아 cell fragility의 測定  
만으로 蛋白質의 凍結變性 정도를 判定하기는 곤란한 것으로 생각된다.

## Summary

The observations on the histological changes of muscular tissue during the processes, such as drying, freezing and thawing were carried out to get basic data for processes and storage of puffer, Fugu xanthopterus.

The results are as follows:

Epidermal part is tough and thick. That is connected with muscular tissue by soft and tough connective tissue.

The muscular tissue structures of puffer are epidermis, corium and partially dark muscle, without hypodermic fat.

According to the respective muscular parts, there exist crossed muscle fibers like abalone.

The connective tissues of intercellular materials and myocommata were found abundantly.

During the courses of drying, the dehydration of muscular tissue occurred on connective tissue in the early stage; thus caused widening between muscle bundles respectively. In the late stage of drying, contraction of myocommata and the widening between muscle bundles were appeared.

After frozen storage for a month, distributions of ice crystal were affected deeply by freezing temperature, that is, those were observed mainly on the intracellular sites when frozen at  $-35^{\circ}\text{C}$ , while on

---

the extracellular sites when frozen at  $-10^{\circ}\text{C}$ , but the ice crystals formed in both temperatures caused the condensation of muscle fibers.

Thawing after frozen storage for a month, a recovery of muscle fibers and figuration were observed in muscular tissue stored at  $-35^{\circ}\text{C}$ , while insufficient recovery of muscle fibers and disfiguration by dehydration at  $-10^{\circ}\text{C}$ .

In the observation of muscle fibers when the tissue was homogenated with 1% cold formalin, the fresh tissue was fragmented to myofibril level and intermixed like thread, while the frozen tissue for a month became rigid due to disfiguration, contraction, the loss of elasticity and water holding capacity.

## 引用文献

- 1) Bello, R., Luft, J. H., and Pigott, G. M. (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.
- 2) Bello, R. A., Luft, J. H., and Pigott, G. M. (1982): Ultrastructural study of skeletal fish muscle after freezing different rates, *J. Food Sci.*, 47, 1389-1394.
- 3) Dunajski, E. (1979): Texture of fish muscle, *J. Texture Study*, 10, 301-318.
- 4) Higashi, H. and J. Yamada (1962): Histochemical observation of vitamin A and fat in the organ of Lamprey, *J. Vitaminology*, 8, 235-244.
- 5) 河端俊治 (1953): 魚肉の組織學的及組織化學的研究 - I. ビソナガ鮪肉腐敗時の組織學的變化. *日水誌*, 19, 813-819.
- 6) Kelly, K. (1966): Texture and pH in fish muscle related to cell fragility measurement, *J. Food Technol.*, 1, 9-15.
- 7) 小泉千秋 (1961): カツお節のシラタに関する研究 - III. シラタの肉質の組織學的檢索. *日水誌*, 27, 225-260.
- 8) Lee, E. H., C. Koizumi and J. Nonaka (1966): Studies on the taste and texture of dehydrated foods - I. Microscopic tracing of the migration and distribution of fat in the course of dehydration, *J. Tokyo univ. of fisheries*, 52, 129-140.
- 9) Love, R. M. and S. B. Haroldson (1961): The expressible fluid of fish fillet - II. Ice crystal formation and cell damage in cod muscle frozen

- before Rigor mortis, *J. Sci. Food Agric.*, 12, 442-449.
- 10) Love, R.M. and E.M. Mackay (1962): Protein denaturation in frozen fish-V. Development of the cell fragility method for measuring cold storage changes in muscle. *J. Sci. Food Agric.*, 13, 200-212.
- 11) 森 勝美, 信濃晴雄, 秋場 稔 (1980): 熟成過程におけるいか塩辛の組織學的變化. *日水誌*, 46, 1287-1292.
- 12) 西元 諄一, 田中和夫 (1959): 鯉肉の冷蔵保管中の變化- II. 組織切片の観察について. *鹿島大水産記要*, 8, 70-80.
- 13) 西元 諄一 (1962): 冷凍魚貯蔵中の品質, 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.
- 14) 西元 諄一, 太田冬雄 (1965): 解凍魚肉組織のホモゲネート中の破碎片の大きさとその粘度との關係について. *鹿島大水産記要*, 14, 99-107.
- 15) 卞在亨, 李應昊 (1968): 鱈製造成過程中的 脂肪의 移動에 對한 組織學的 觀察. *韓水誌*, 1, 63-71.
- 16) 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.
- 17) 宋大鎮, 申必鉉, 許宗和 (1976): 건조 옥돔의 酸化防止에 關한 組織學的 研究. *韓水誌*, 9, 239-244.
- 18) 宋大鎮 (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, 91-95.
- 19) 宋大鎮, 姜泳周 (1979): 옥돔의 凍結에 關한 研究. 2) 凍結에 依한 옥돔組織의 變化. *韓水誌*, 12, 131-136.
- 20) 宋大鎮 (1981): 赤色筋魚類와 白色筋魚類의 組織學的 研究. 1. 凍結筋肉 破碎片의 差異. *濟州大海資研報*, 5, 41-46.

- 21) 宋大鎮, 河璉桓, 李應昊 (1982): 水産食品의 加工 및 貯藏中の 組織學的 變化에 관한 研究. 1. 乾燥에 의한 뱀장어 筋肉組織의 變化와 脂肪의 移動. 韓水誌, 15, 137-146.
- 22) 宋大鎮 (1982): 魚貝類의 冷凍, 解凍, 加熱 및 乾燥에 의한 組織變化. 釜山水産大學 博士學位請求論文.
- 23) 鈴木たわ子, 神名孝一, 田中式夫 (1964): 魚肉たん白冷凍變性に関する研究. 液体窒素(-196℃)凍結と-20℃凍結との比較. 日水誌, 30, 1022-1037.
- 24) 高矯豐雄, 田中照子 (1961): サザエの肉について. 東海區水研報, 30, 925-931.
- 25) 田中武夫 (1958): イカ肉の利用加工に関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.
- 26) 田中武夫 (1965): 冷凍タラ肉のスポンジ化に関する研究. 冷凍, 40, 3-13.
- 27) 田中武夫 (1969): 北洋産冷凍スケトウダラの鮮度と品質との関係-I. 肉の組織學的觀察と保水性. 東海區水研報, 60, 143-168.
- 28) 田中武夫, 広石辰男, 弘中 隆 (1969): タラ肉の冷凍變性に及ぼす凍結前の鮮度と生物學的要因の影響. 凍結及び乾燥研究誌, 15, 59-63.
- 29) 田中武夫, 角田聖齊 (1969): 冷凍タラ肉の硬化に関する電子顕微鏡的研究. 凍結及び乾燥研究誌, 15, 64-70.
- 30) 田中武夫, 金子愛司 (1970): 液体窒素でスプレー凍結したブロイラーの顕微鏡寫眞. 冷凍, 45, 39-42.
- 31) 田中武夫 (1976): 白身の魚と赤身の魚の特性. 日本水産學會編, 恒星社, 東京. PP. 93-105.
- 32) 山田充阿弥, 中村節子 (1964): 魚肉の組織化學的研究-I.

- 主要食用魚における脂質の存在状態. 東海區水研報, 39, 21-28.
- 33) 山田充阿弥(1972): 魚肉の組織化學的研究-Ⅱ. 市販マグロ類筋肉にみられる筋纖維の形状變化と脂質の存在状態. 東海區水研報, 72, 35-44.



# EXPLANATION OF PLATES



The abbreviations in the plates are as follows.

- D.M. : Dark muscle
- O.M. : Ordinary muscle
- Ep : Epidermis
- M.G. : Mucous gland
- H.F. : Hypodermic fat layer
- M.B. : Muscle bundle
- My : Myocommata layer
- I.H. : Ice hole
- Mf : Myofilament
- M.F. : Muscle fiber
- M.C. : Muscle cell



PLATE 1. Muscular tissues of fresh puffer

Fig. 1. Cross section of the inner part,  $\times 40$ .

Fig. 2. Cross section of the epidermal part,  $\times 40$ .

Fig. 3. Cross section of the epidermal part,  $\times 40$ .

Fig. 4. Cross section of the epidermal part,  $\times 40$ .



# Plate I

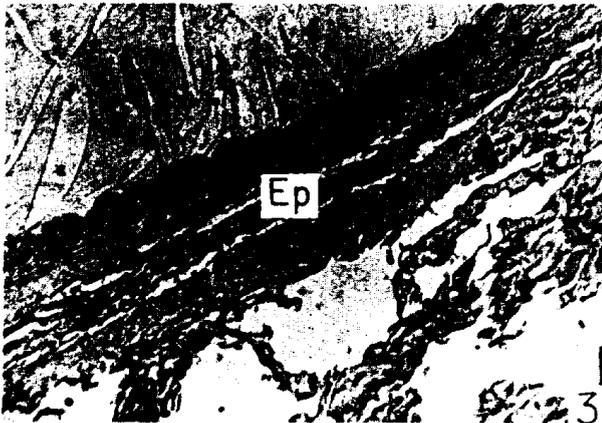
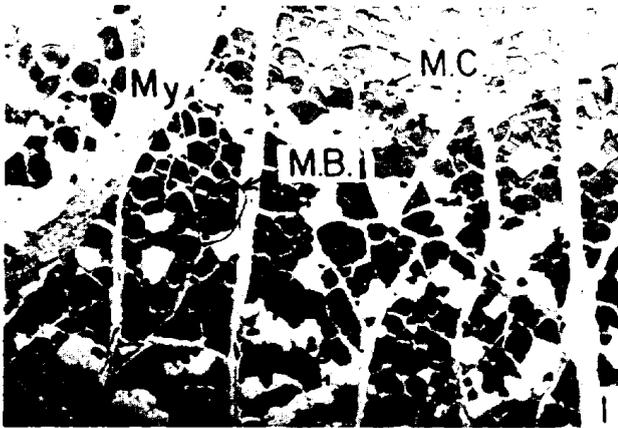


PLATE 2. Histological changes of puffer tissue by sun-drying

Fig. 1. Longitudinal section of tissue after 6hr sun-drying,  $\times 40$ .

Fig. 2. Cross section of tissue after 9hr sun-drying,  $\times 40$ .

Fig. 3. Cross section of tissue after 20hr sun-drying,  $\times 40$ .

Fig. 4. Cross section of tissue after 30hr sun-drying,  $\times 40$ .

Fig. 5. Cross section of tissue after 35hr sun-drying,  $\times 40$ .

Fig. 6. Cross section of tissue after 48hr sun-drying,  $\times 40$ .



# Plate 2

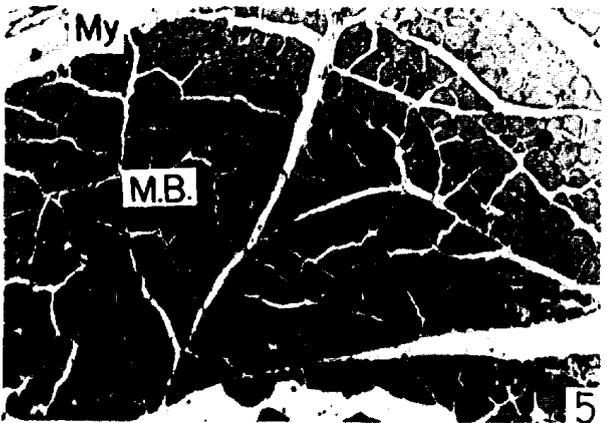


PLATE 3. Histological changes of puffer tissue after freezing  
and one month storage

Fig. 1. Cross section of tissue frozen at  $-35^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 2. Longitudinal section of tissue frozen at  $-35^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 3. Cross section of tissue frozen at  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 4. Longitudinal section of tissue frozen at  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 5. Cross section of tissue frozen at  $-35^{\circ}\text{C}$  into being the state of  
storage at  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 6. The same state as Fig.5 from a different area,  $\times 40$ .



Plate 3

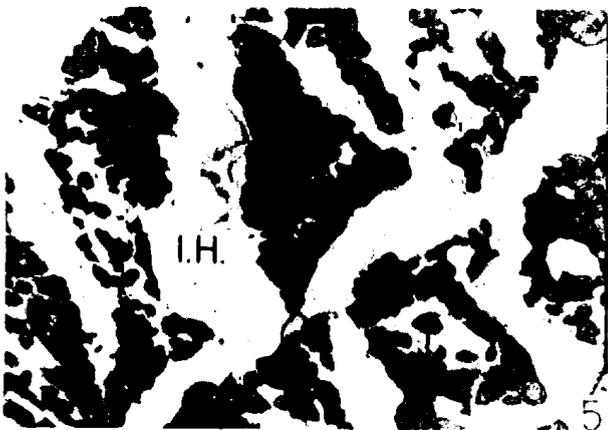
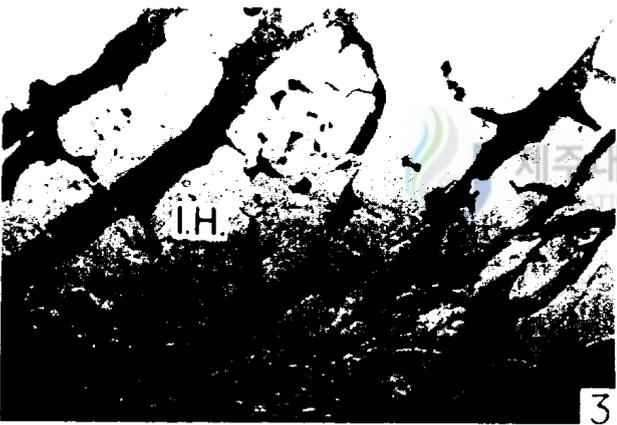
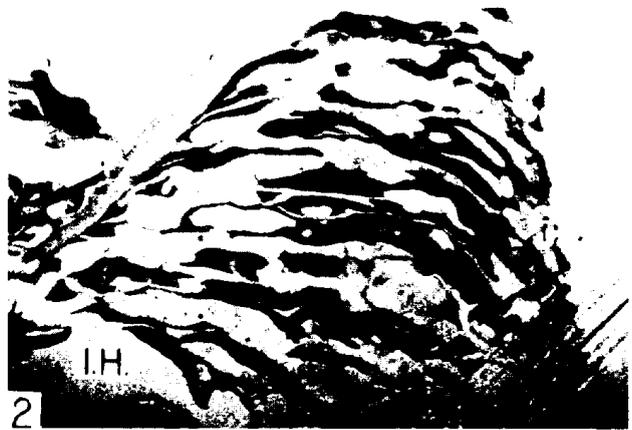


PLATE 4. Histological changes of puffer tissue after freezing and thawing

Fig. 1. Cross section of tissue frozen at  $-35^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 2. Longitudinal section of tissue frozen at  $-35^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 3. Cross section of tissue frozen at  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 4. Longitudinal section of tissue frozen at  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 5. Cross section of tissue frozen at  $-35^{\circ}\text{C}$  and thawed after three month storage at  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $\times 40$ .

Fig. 6. The same state as Fig. 5 from a different area,  $\times 40$ .



# Plate 4

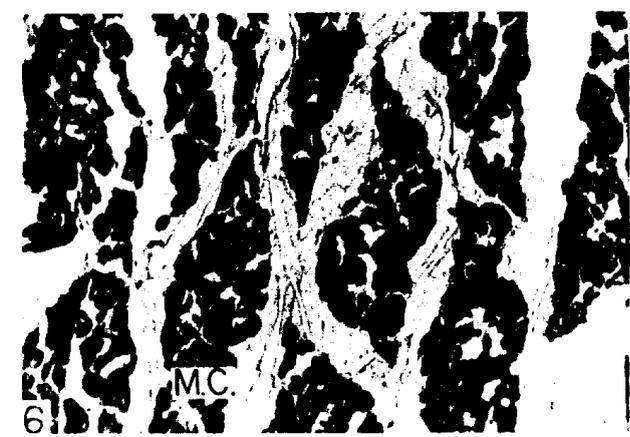
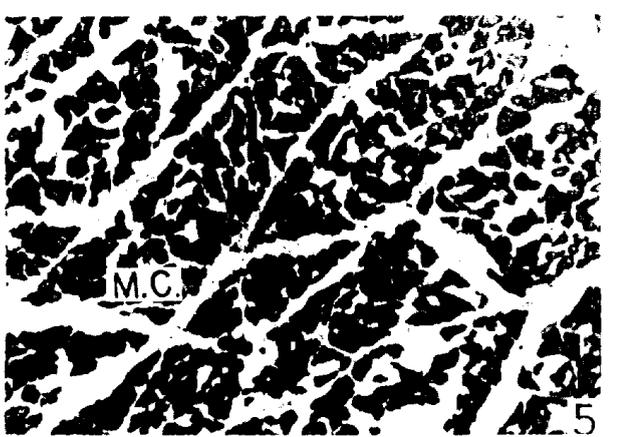
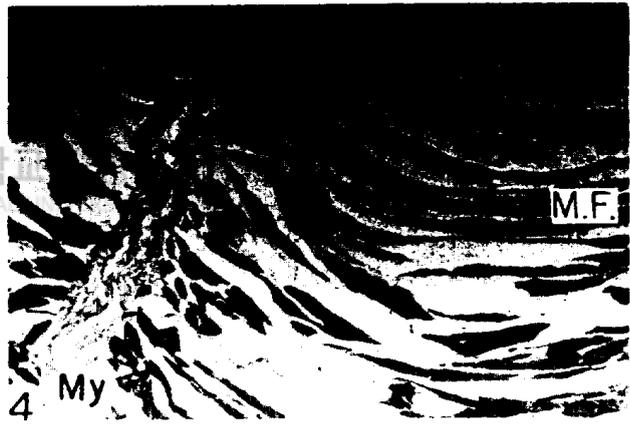
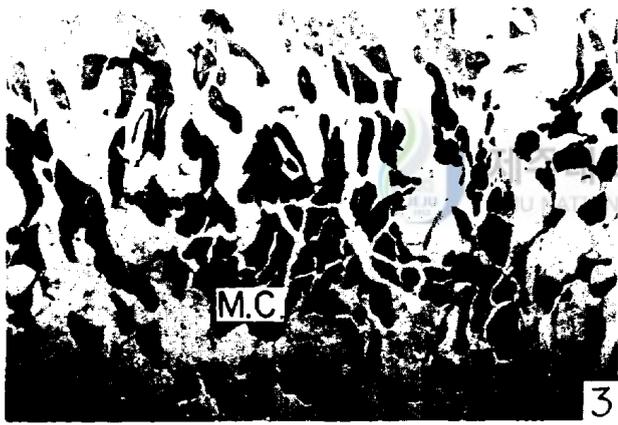


PLATE 5. Changes of muscle fibers after homogenation

Fig. 1. Fresh tissue of puffer,  $\times 100$

Fig. 2. The same state as Fig. 1 from a different area,  $\times 100$ .

Fig. 3. Frozen tissue of puffer stored at  $-35^{\circ}\text{C}$  for one month,  $\times 40$ .

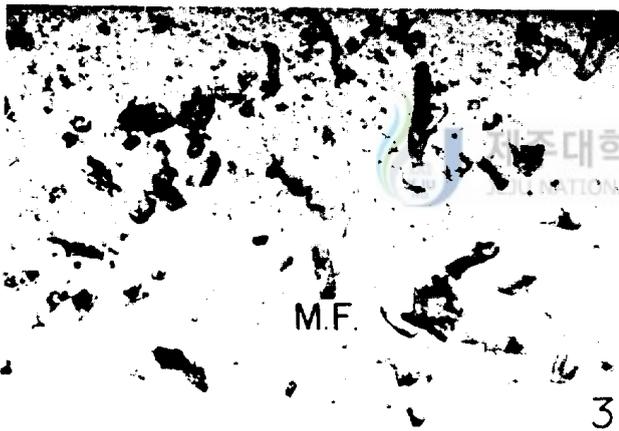
Fig. 4. Frozen tissue of puffer stored at  $-35^{\circ}\text{C}$  for one month,  $\times 100$ .

Fig. 5. Frozen tissue of puffer stored at  $-10^{\circ}\text{C}$  for one month,  $\times 40$ .

Fig. 6. Frozen tissue of puffer stored at  $-10^{\circ}\text{C}$  for one month,  $\times 100$ .



# Plate 5



## 謝 辭

本 實驗을 指導하여 주신 本 大學 宋大鎮 教授님과 河璣桓 教授  
님 그리고 本 論文을 校閱하여 주신 朴吉淳 教授님, 姜泳周 教授님,  
金在河 教授님께 充心으로 謝意를 表합니다.

또한 實驗을 도와준 水産加工學實驗室의 여러분들께도 感謝드립니다.

