

## 凍結 豚肉 貯藏 中의 變化

朴錫源\* · 姜統三 · 閔丙善 · 徐奇華 · 梁 隆\*\*

農漁村 開發 公社, 食品 研究所

(1979년 11월 12일 수리)

## Physicochemical Changes of Pork During its Frozen Storage

Seok Weon Park\*, Tong Sam Kang, Byong Yong Min,

Kee Bong Suh and Ruyng Yang\*\*

Food Research Institute, Agriculture & Fishery

Development Corporation, Seoul

(Received November 12, 1979)

### Abstract

In order to establish the frozen storage method of pork and contribute to the stabilization of pork price, physicochemical changes and sensory evaluation of pork, stored at  $-20^{\circ}\text{C}$  up to the period of 12 months, were analyzed every three months. The drip loss of frozen meat cuts was below 1% regardless of storage months. In the course of storage, pH of frozen half carcass rose a little, while that of meat cuts remained almost the same. WHC (water holding capacity) of frozen half carcass and meat cuts was in the range of 50~60 and 55~62%, respectively and VBN (volatile basic nitrogen) was about 11~18 mg%, all of which did considerably change during the storage. TBA(thiobarbituric acid) value was not increased up to the 6th month of storage, but represented a considerable increase after the 9th month of storage. Both tenderness and juiciness of frozen pork were decreased after the 12th month of storage but the acceptability of frozen pork to the consumers turned out fairly good.

### 序 論

豚肉의 備蓄을 通하여 適期 適所에 計劃的 出荷를 行함으로서 需給의 不均衡을 解消하고 畜產物 價格의 安定化에 寄與할 수 있으며 또 生產地로부터 消費地로 搬入 되기 까지 輸送中 食肉의 品質低下를 抑制하기 為하여는 豚肉을 凍結 貯藏해야 할 必要性이 提起된다.

그러나 肉類를 凍結 貯藏할 경우 條件 如何에 따라 凍結 前과는 物理 化學的 性狀에 많은 差異가 있음이 알려져 있고 있으며<sup>(4,5,6,12,15,21)</sup> 凍結에 따른 肉 組織의 損傷이나 蛋白質의 變性 또는 外觀의 劣化나 脂肪 酸化등과 같은 貯藏 中에 招來되는 物理 化學的의 變化, drip의 發生과 같은 解凍 中의 變化乃至 全 過程을 거치는 동안 微生物의 作用으로 인한 品質 變化等에 對하여 많은 研究 結果가 報告되고 있다.

\* Present address : Department of Food Science & Nutrition, University of Minnesota, St. Paul, MN, U.S.A.

\*\* Department of Food Engineering, Yonsei University, Seoul

\*\* 延世 大學校, 食品 工學科

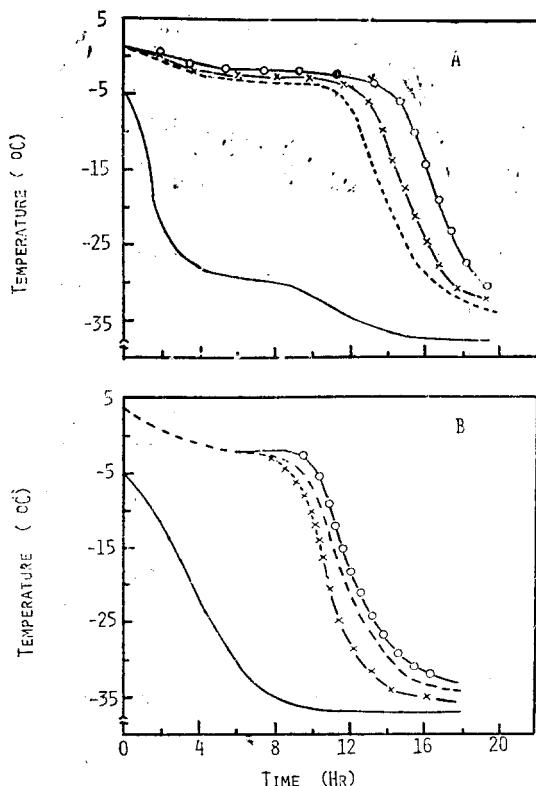


Fig. 1. Freezing curves for half carcass (A) and meat cuts (B) by air blast freezer

Air flow speed: 3~4 m/sec

○—○: Ham

·····: Loin

×—×: Boston butt

——: Freezer temperature

本研究에서는豚肉의凍結貯藏中에招來되는物理化學的變化를追跡하여豚肉의貯藏可能期間을確認함으로서豚肉의凍結貯藏方法을體系적으로誘導하기위한實證實驗에意義를두고實驗에着手하였다.

## 材料 및 方法

### 試料의 調製

#### 가. 供試肉

同一飼育舍에서生後 8~9個月間飼育된 90 kg前後의去勢된三元交雜種landrace 10頭를常法에따라屠殺解體하여 0~4°C의冷藏庫에서約48時間冷却시킨後枝肉5頭로부터二分體10區를얻고, 나머지枝肉5頭로부터ham, loin 및 Boston butt部位의部分肉을各各10區씩切取하였으며,部分肉은0.03 mm의폴리에틸렌필름으로包裝하여골판箱子에넣었다.

#### 나. 凍結 및 貯藏方法

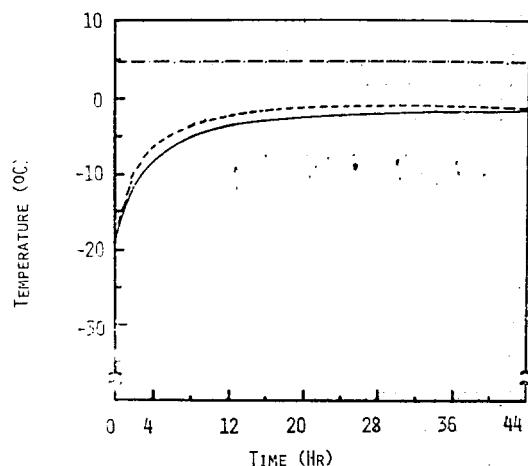


Fig. 2. Thawing curves of half carcass and meat cuts stored at  $-20^{\circ}\text{C}$ , at the ambient air temperature of  $4\pm1^{\circ}\text{C}$

——: Half carcass

·····: Meat cut

—·—·—: Air temperature

Air blast freezer(庫內溫度 $-37^{\circ}\text{C}$ , 風速 $3\sim4 \text{ m/sec}$ )에서試料肉의中心溫度가 $-30^{\circ}\text{C}$ 以下로떨어졌을때凍結을終了시켰다.二分體의凍結에는約20時間,部位肉의凍結에는約15時間이所要되었다(Fig. 1).凍結이끝난二分體는 $2\sim3 \text{ mm}$ 두께로glazing을實施한後木棉및麻袋로包裝하였다.凍結및包裝이完了된試料肉을 $-20^{\circ}\text{C}$ 貯藏庫에貯藏하고1, 3, 6, 9, 12個月經過時마다二分體및部分肉을各各2區씩解凍하였다.

#### 다. 解凍方法

凍結貯藏肉을 $0.07 \text{ mm}$ 의폴리에틸렌필름으로包裝하여 $4^{\circ}\text{C}(\pm1^{\circ}\text{C})$ 의靜止空氣中에서解凍을實施하였으며肉中心溫度가 $-1^{\circ}\text{C}$ 에達하였을때解凍을終了하였다.解凍所要時間은二分體는約48時間,部分肉은約38時間이었다(Fig. 2).

#### 라. 試料의 調製

二分體는ham, loin, Boston butt部位別로切取하였으며部分肉과切取肉을各各chopping( $4 \text{ mm plate}$ )하여分析試料로하였다.

#### 調查項目 및 方法

項目別分析試驗은解凍肉各試料當2回反復하여平均值을算出하였다.

#### 가. Drip量

部分肉貯藏區에對하여凍結前重量과解凍後重量과의差異를測定하여百分比로表示하였다.

#### 나. pH

試料 20 g에 蒸溜水 20 ml를 加하여攪拌後 유리電極 pH meter (EIL 7050)로 測定하였다.

#### 다. Water holding capacity<sup>(1,4)</sup>

Wiericki의 方法에 따라 加熱 分離 液量을 求하고 다음 式에 依하여 保水力を 計算하였다.

$$\text{保水力(%)} = \frac{\text{肉水分含量(%) - 加熱分離液量(%)}}{\text{肉水分含量(%)}} \times 100$$

#### 라. Volatile basic nitrogen<sup>(2)</sup>

Conway unit를 使用하는 微量 擴散法으로 測定하였다.

#### 마. Lipid oxidation<sup>(3)</sup>

Turner等의 方法에 따라 試料 5 g을 thiobarbituric acid와 反應시킨 후 538 nm에서의 吸光度(Varian Techtron UV-VIS spectrophotometer 635 D)로 表示하였다.

#### 바. 官能 檢查

Panel member 15~30名으로 하여 금 100°C의 热湯에서 完熟 시킨 非凍結肉 및 凍結貯藏肉의 ham 部位에 對하여 軟度와 汁液度를 採點法에 依하여 比較하도록 하였으며 그 결과를 統計處理하여 有意性을 檢定하였다. 採點系는 각각 9 : very tender, very juicy, 7 : tender, juicy, 5 : slightly tender, slightly juicy; 3 : tough, dry, 1 : very tough, very dry로 表示하였다. 한편 一般消費者 약 150~475名을 對象으로 하여 凍結貯藏肉에 對한 消費者 嗜好度를 調査하였으며 그 結果를 百分比로 表示하였다.

## 結果 및 考察

### 解凍減量

-20°C에 貯藏하였던 豚肉을 靜止空氣中에서 解凍하였을 때 減量에 對한 調査 成績을 Table 1에 나타내었다. 12個月 貯藏經過에 이르기 까지 각 貯藏期間別 減量은 1% 以下의 낮은 數值이었으며 Boston butt는 ham이나 loin 보다 減量이 조금 더 높은 傾向을 나타내었다.

凍結肉은 大多數의 경우 解凍을 거쳐 調理에 臨하는 것이 普通이므로 解凍過程은 必須의 段階이며 따라서 解凍時發生하는 drip의 寡多는 解凍肉의 生產收率이라는 觀點에서 經濟的 價値와 直結되는 것이라고 할 수 있다. 斎藤等은<sup>(5)</sup> 2°C 靜止空氣中에서 解凍시킨 豚背肉의 減量이 약 0.98%이었다고 하였는데 이러한 數值은 本 實驗에서의 結果와 잘一致하는 것으로 判斷되었다. 本 實驗에서 解凍 減量은 매우 낮은 것으로 나타

Table 1. Drip release of frozen pork at ambient air temperature (4±1°C)

Storage (month)	Sample portion	Wt. be- fore freezing (kg)	Wt. after thawing (kg)	Drip (kg)	Drip (%)
3	H	5.40	5.40	0.00	0.00
	L	3.60	3.60	0.00	0.00
	B.B.	2.20	2.13	0.07	3.18
	Mean	3.73	3.71	0.02	0.54
6	H	11.30	11.30	0.00	0.00
	L	7.00	7.00	0.00	0.00
	B.B.	4.50	4.34	0.16	3.56
	Mean	7.60	7.55	0.05	0.66
9	H	9.80	9.75	0.05	0.51
	L	7.10	7.05	0.05	0.70
	B.B.	3.70	3.59	0.11	2.97
	Mean	6.87	6.80	0.07	1.01
12	H	12.40	12.35	0.05	0.04
	L	7.85	7.80	0.05	0.63
	B.B.	3.85	3.75	0.10	2.59
	Mean	8.03	7.96	0.07	0.87

H : Ham L : Loin B.B. : Boston butt

났으나 解凍에 比較的 長 時間을 要하므로 作業能率이나 經済性 등을 고려할 때 보다 더 効率의 解凍方法을 選定하기 為하여 向後 解凍條件에 關하여 더욱 詳細한 研究가 必要할 것으로 料되었다.

### pH의 變化

各 貯藏期間別 豚肉의 pH變化를 Fig. 3에 나타내었다. 二分體貯藏區의 경우 3個月 經過時까지는 變化가 없었으나 그 後 貯藏期間이 길어짐에 따라 pH는 多少 上昇하는 傾向을 나타내었으며 한편 部分肉 狀態로 貯藏한 豚肉는 12個月 貯藏經過時까지 별반 變化가 없었다. 斎藤等은<sup>(4)</sup> 屠殺後 24時間이 經過한 豚肉을 -20°C에 貯藏한 후 pH變化를 調査하여 貯藏期間이 길어짐에 따라 pH는 계속 低下되었다고 하였으며, 한편 磯貝는<sup>(6)</sup> 屠殺後 36~40時間이 經過한 豚肉을 凍結貯藏하였을 때 貯藏溫度가 높을수록 또 貯藏期間이 길어질수록 pH는 上昇하였으나 -25°C에 貯藏한 경우에는 그 上昇幅이 緩慢하였다고 報告하였다. 이와 같은 pH의 下降이나 上昇은 凍結前 豚肉이 死後 強直 中이거나 또는 解硬된 狀態에 있었던 때문으로 생각된다. 本 實驗에 使用한 試料 豚肉은 屠殺後 經過時間으로 볼 때

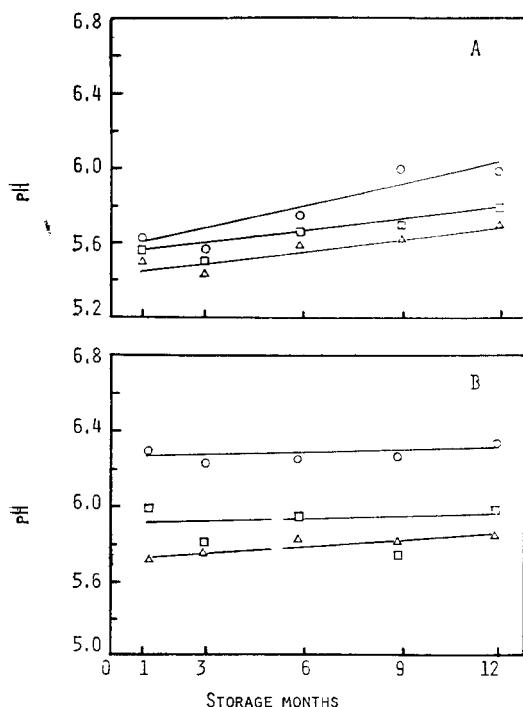


Fig. 3. Changes in the pH of frozen half carcass (A) and meat cuts (B) during the storage at  $-20^{\circ}\text{C}$

□—□ : Ham  
△—△ : Loin  
○—○ : Boston butt

最大強直 또는解硬初期의 것으로判斷되며, 二分體의部位別 pH變化나部分肉의 pH變化는 거의一致할 것으로豫想되었으나後者の경우 모두 약간 높은pH값을 나타내었다. 그러나本實驗結果로부터凍結豚肉의 pH值는貯藏中에變化幅이크지않다는것을알수있었다.

#### 保水力의變化

凍結貯藏豚肉의保水力에對한經時的變化를 Fig. 4에 나타내었다. 貯藏後 1個月로부터 12個月에 이르기까지二分體貯藏區의保水力은 약 50~60%정도이었으며部分肉貯藏區는 약 55~62%범위로써貯藏中保水力의變化는별반크지않은것으로解釋되었다.

食肉의保水性은肉에加熱이나壓搾등과 같은外力を作用시킬때筋肉蛋白의水保持能力을測定하는것이므로<sup>(11)</sup>pH가變化함에 따라 많은影響을받게된다<sup>(7~9)</sup>. Hamm은<sup>(10)</sup>食肉의保水性中 약 65%가 myosin이나actin과 같은纖維狀蛋白質로부터由來되는것으로,筋肉蛋白의正味電荷의變化이외에도cross linkage의開裂에依한立體空間의形成도保水性에影響을

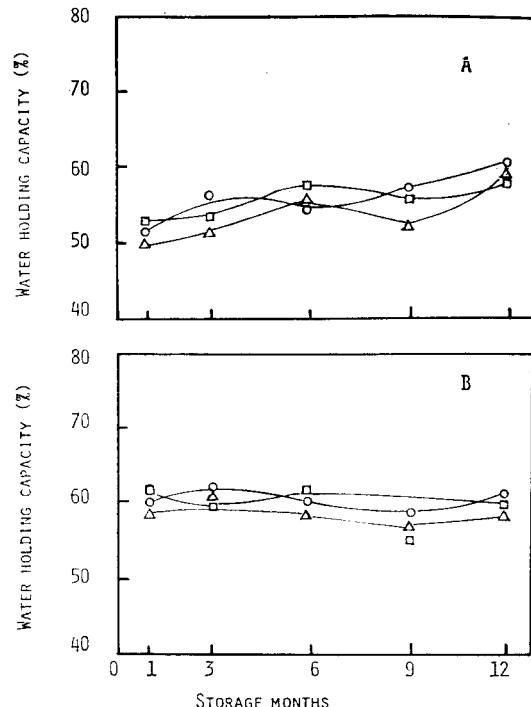


Fig. 4. Changes in the water holding capacity of frozen half carcass (A) and meat cuts (B) during the storage at  $-20^{\circ}\text{C}$

□—□ : Ham  
△—△ : Loin  
○—○ : Boston butt

준다고하였다.凍結肉과 그保水性과의關係에對하여, Miller等은<sup>(9)</sup>凍結에依하여牛肉의保水性이低下됨을認定하였으며, Law等도<sup>(13)</sup>牛肉의凍結貯藏期間이길어짐에따라保水性이低下된다고하였다.齋藤等은<sup>(5,12)</sup>豚肉의凍結貯藏期間이經過함에따라pH의減少로因하여保水性이減少되는結果를얻었으나磯貝는<sup>(6)</sup>pH가經時的으로增加하였어도保水性은 오히려減少하는結果로부터凍結貯藏肉의保水性은pH의變化外에도筋肉蛋白質의凍結變性과關聯이있는것으로考察하였다.本實驗結果에서二分體貯藏區의保水性은貯藏經過에따라약간上昇하는傾向이있으며,部分肉의경우는거의變化가없는것으로나타난것은貯藏中의pH變化에依하여많은영향을받은때문으로思料되었다.

#### 揮發性鹽基態窒素量의變化

凍結貯藏豚肉의VBN變化를Fig. 5에나타내었다.各貯藏區모두 11~18mg%範圍로써凍結貯藏中VBN의變化는顯著하지않은것으로判斷되었다.一般的으로肉製品의變敗가進行되면肉蛋白質이低

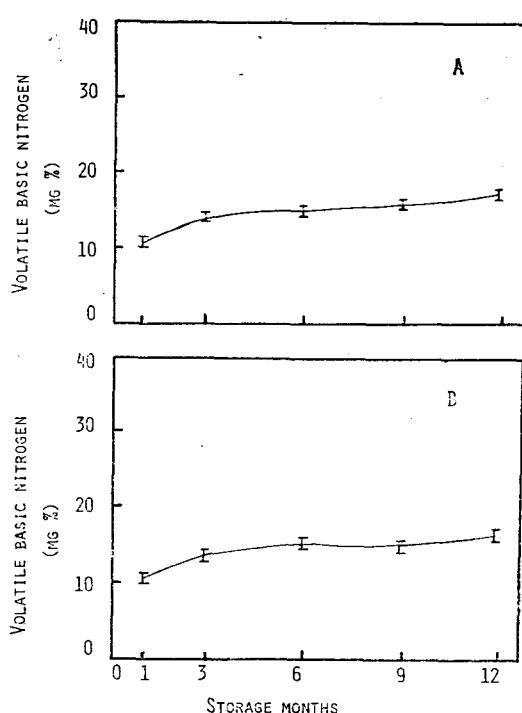


Fig. 5. Changes in the VBN of frozen half carcass (A) and meat cuts (B) during the storage at  $-20^{\circ}\text{C}$

分子의 無機態窒素로 分解되므로 이와 같은 無機態窒素量의 寡多는 肉製品의 鮮度를反映하는 것이 된다<sup>2)</sup>. 梁等은<sup>(16)</sup> 봉장어를 90일간凍結貯藏( $-20^{\circ}\text{C}$ )했을 때 VBN은 거의 變化하지 않았다는 것으로부터 貯藏中鮮度는 잘維持되었다고 하였다.

Fig. 5에서 VBN含量이 經時의으로 약간增加倾向을 보인 것은 低溫에서도 ATPase의 活性이 完全히 靜止되는 것은 아니므로 ATP等의 分解가 서서히 일어나서 VBN發生에 寄與하는 原因으로 推測되었다<sup>(14, 15)</sup>. 本實驗結果에서 VBN의增加幅은 크지 않았다는 것으로 보아 貯藏中豚肉蛋白質의 變敗는 憂慮되지 않는 것으로 判斷되었다.

#### 脂質의 酸敗

凍結貯藏中 TBA值의 變化를 Fig. 6에 나타내었다. 二分體나 部分肉 貯藏區 모두 1個月부터 6個月까지는 約 0.1~0.15範圍로써 별로 變化가 없었으나 9個月부터는 약간增加되는倾向이 認定되었다. Turner等<sup>(3)</sup>에 依하면 TBA值은 肉의 官能評價(taste test)와 密接한 相關關係를 갖고 있으며 0.46까지는 可食圈으로 認定된다고 하였다. 따라서 本實驗結果에서 凍結貯藏豚肉의 TBA值은 9個月後僅少한增加倾向이 인정되었

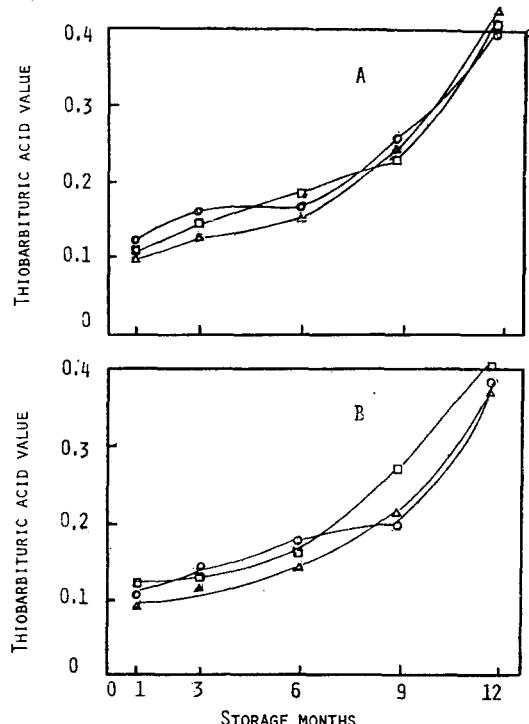


Fig. 6. Changes in the TBA value of frozen half carcass (A) and meat cuts (B) during the storage at  $-20^{\circ}\text{C}$

□—□ : Ham  
△—△ : Loin  
○—○ : Boston butt

으나 可食肉으로서의 價値는喪失하지 않은 것으로 判斷되었다. 齋藤等은<sup>(12)</sup> 6個月間凍結貯藏( $-20^{\circ}\text{C}$ )한 豚肉의 TBA值은 약 0.1이었으며 12個月後에는 0.3을 약간上廻하는結果를 얻고 凍結貯藏中品質의低下는僅少한 것으로 结論지었으며, 凍結貯藏溫度가 낮을수록 또 貯藏溫度가 같을지라도 抗酸化劑를 使用하면 貯藏中脂質의 酸敗를抑制할 수 있다고 報告하였다. Law等은<sup>(18)</sup> 牛肉의 凍結貯藏中( $-18\sim -23^{\circ}\text{C}$ ) 6個月과 9個月 사이에 TBA值의 有意의 증가를 보고 하였고 磯貝도<sup>(6)</sup> 凍結貯藏한( $-25^{\circ}\text{C}$ )豚肉에서 脂質의 加水分解는 3個月後부터 서서히增加하였다고 하였다. Davidkova等은<sup>(17)</sup> 鷄肉의 凍結貯藏中( $-10^{\circ}, -80^{\circ}\text{C}$ ) phospholipid含量의 減少 및 遊離脂肪酸과 triglyceride含量의增加를 알아내고, 이는 脂質加水分解酶(phospholipase 및 lipase)의活性이 殘存함에 起因하는 것임을 示唆하였다. 따라서 畜肉을 低溫에 貯藏 할지라도 脂質加水分解酶의活性이 完全히消失되는 것은 아니므로 脂質로부터 遊離되는 脂肪酸은 空氣中의 酸素와 接하게 되어 酸敗가進行되는 것으로 推定된다. Fig. 6에

Table 2. Sensory evaluation of frozen pork during its storage at -20°C

Classification		Tenderness			Juiciness		
Storage (month)	Panel member	Unfrozen	Frozen	t-Test	Unfrozen	Frozen	t-Test
		pork	pork	Calculation	pork	pork	Calculation
1	15	5.93	5.13	1.468	5.93	4.73	2.076
3	21	6.05	5.19	1.526	4.90	4.43	0.839
6	30	5.46	5.80	0.796	5.06	5.40	1.095
9	28	6.21	6.35	0.337	4.79	4.43	1.001
12	28	6.36	5.71	2.077*	5.35	4.57	2.499*

Scoring system. 9 : very tender, juicy, 7 : tender, juicy, 5 : slightly tender, juicy, 3 : tough, dry 1 : very tough, dry

\* Significant at 5% level

서 TBA 值의 比較的 緩慢한 增加는 脂質의 酸敗가 緩慢함을 意味하는 것인 드로 豚肉을 12個月 間 凍結 貯藏하고 저 할 때 脂質의 酸敗는 크게 憂慮되는 것은 아니라고 判斷되었다.

#### 官能 檢查

9點 採點法에 依한 官能 檢查 結果를 Table 2에, 一般消費者 嗜好度 調査 結果를 Table 3에 나타내었다. Table 2에서 貯藏 1個月 後 및 3個月 後의 軟度 및 汁液度는 一般 非 凍結肉보다 낮은 點數로 나타났으며 6個月 및 9個月 後에 이르러는 거의 對等한 評點이었으나 모두 有意差는 없었다( $P>0.05$ ). 그러나 12個月 貯藏後에는 非 凍結肉보다 評點이 低下되었으며 軟度 및 汁液度 모두 有意의 差異가 認定되었다( $P<0.05$ ).

畜肉의 凍結 貯藏과 官能 評價와의 關係에 對하여는 많은 研究 結果가 報告되고 있다. Smith等<sup>(8)</sup>은 牛肉 steak를 16週 동안 貯藏(-23°, -34°C)하였을 때 剪斷值가 減少하였다고 하였으나 Law等<sup>(9)</sup>은 저장 후(-18~-23°C) 6개월까지는 軟度 및 汁液度에 例外變化가 없었고 9個月 後에는 減少하였다고 報告하였다. 磯貝<sup>(6)</sup>는 凍結 貯藏 豚肉(-25°C)의 汁液度는 등결 직후 부터 減少하였고 軟度는 9個月 後부터 減少되었다고 하였으며 Miller等<sup>(10)</sup>은 鷄肉의 凍結 貯藏(0°F, -30°F, -90°F)에 있어서 貯藏 渦度가 높아질 수록 또 貯藏 期間이 길어질 수록 軟度가 低下되었음을 報告하였다. 따라서 凍結 貯藏에 依하여 食肉의 軟度와 汁液度는 減少하는 傾向이 一般的으로 認定되며, 이는 保水性의 低下와 關聯이 있는 것으로 推定되고 있으나 그 增減 現象이 나타나는 時期가 相異함은 肉畜의 品種이나 筋肉의 種類, 屠殺 處理法 또는 屠殺 後 경과 시간 등에 의하여 影響을 받는 原因으로 생각된다<sup>(20)</sup>. Table 2에서 凍結 貯藏 12個月 後에 이르러 軟度 및 汁液度는 非 凍結肉 보다 低

Table 3. Results of acceptability by consumers to frozen pork compared with that of unfrozen pork  
unit : %

Storage (month)	Participants	Classification		
		Superior	Identical	Inferior
1	150	30.6	55.3	14.1
3	475	34.5	47.3	18.2
6	432	31.5	59.2	9.3
9	219	33.3	60.3	6.4
12	195	28.7	64.6	6.7

下되었으나, 一般消費者 嗜好度 調査 結果로 부터 불리 凍結 貯藏한 豚肉의 맛이 常食하는 豚肉의 맛과 같거나 우수하다라고 應答한 比率이 凍結 貯藏 期間의 經過에 關係없이 약 80%를 上迴하고 있으므로 (Table 3) 凍結 貯藏 豚肉에 對한 選好度는 一般 非 凍結肉 보다 劣等한 것으로 判斷되지 않았다.

#### 要 約

豚肉의 備蓄을 通하여 畜產物 價格의 安定화에 寄與할 目的으로 屠殺後 48時間 豬冷 시킨 豚肉을 急速凍結하여 -20°C에서 12個月 間 貯藏하였을 때, 3個月 經過時마다 解凍 減量, pH, 保水性, VBN, TBA 值 및 官能 檢查 等을 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

- 各 貯藏 期間別 解凍 時 減量은 1% 以下이었다.
- 二分體 貯藏區의 pH는 貯藏 期間이 길어짐에 따라 약간 上昇하였으나 部分肉 貯藏區의 pH는 變化가 微少하였다.
- 保水力은 二分體 貯藏區는 約 50~60%, 部分肉 貯藏區는 約 55~62%이었으며 VBN은 各 區 모두

11~18 mg% 範圍로써 凍結 貯藏 中 크게 變化되지 않았다.

4. TBA 值는 6個月 貯藏 時까지는 (0.1~0.15) 變化가 거의 없었으나 9個月 貯藏 後에는 (0.25) 增加되었다.

5. 貯藏 豚肉의 軟度 및 汁液度는 12個月 間 貯藏 後에는 低下되었으나 一般 消費者들에 依한 受容 反應은 여전히 良好하였다.

### 謝 辭

本 研究의 一部는 畜產 振興 基金의 收益金에 依한 支援으로 이루어 졌으며 本 研究를 遂行하는 데 協助하여 주신 關係 諸位께 깊은 謝意를 表하는 바이다.

### 文 獻

1. Wiericki, E., Kunkle, L. E. and Deatherage, F. E. : *Food Technol.*, 11, 69 (1957)
2. 高坂和久 : 食品 工業, 18, 105 (1975)
3. Turner, E. W., Paynter, W. D., Hontie, E. J., Bes-sert, M. W., Struck, G. M. and Olson, F. C. : *Food Technol.*, 8, 326 (1954)
4. 斎藤不二男 : ミートジャーナル, 7, 27, (1966)
5. 斎藤不二男 : *New Food Ind.*, 9, 32 (1967)
6. 磯貝宰 : 冷凍, 47, 435 (1972)
7. Grau, R., Hamm, R. and Braumann, A. : *Bioc-*

- hem.*, 2, 325 (1953)
8. Swift, C. F. and Berman, M. D. : *Food Technol.*, 13, 365 (1959)
9. Miller, W. O., Saffle, R. L. and Zirkle, S. B. : *Food Technol.*, 16, 72 (1962)
10. Hamm, R. : *Advances in Food Research*, 10, 355 Academic Press (1960)
11. Forrest, J. C., Aberle, E. B., Hedrick, H. B., Judge, M. D. and Merkel, R. A. : *Principles of Meat Science*, 174, W. H. Freeman and Company (1975)
12. 斎藤不二男 : ミートジャーナル, 7, 32 (1966)
13. Law, H. M., Yang, S. P., Mullis, A. M. and Fielder, M. M. : *J. Food Sci.*, 32, 637 (1967)
14. Connell, J. J. : *J. Sci. Food Agr.*, 11, 245 (1960)
15. Connell, J. J. : *Nature*, 183, 664 (1959)
16. 梁升澤, 李應昊 : 釜山 大研報, 12, 77 (1972)
17. Davidkova, E. and Khan, A. W. : *J. Food Sci.*, 32, 35 (1967)
18. Smith, G. C., Carpenter, Z. L. and King, G. T. : *J. Food Sci.*, 34, 612 (1969)
19. Miller, W. O. and May, K. N. : *Food Technol.*, 19, 1171 (1965)
20. Hiner, R. L. and Hankins, O. G. : *Food Technol.*, 5, 374 (1951)
21. Sawant, P. L. and Mager, N. G. : *J. Food Sci.*, 26, 253 (1961)