

명태 FILLET 製造를 위한 冷凍原料의 解凍方法과 加工品の 再凍結方法에 關한 研究¹⁾

崔渭卿²⁾ · 朴榮浩²⁾ · 李康鎬²⁾ · 張東錫³⁾ · 金武男⁴⁾

(1975年 6月 10日 接受)

FACTORS INVOLVED IN THAWING OF FROZEN ALASKA POLLACK AND REFREEZING OF THE FILLET

Wi-Kyung CHOE, Yung-Ho PARK, Kang-Ho LEE
Dong-Suck CHANG, and Mu-Nam KIM

Alaska pollack caught in the Northern Pacific Ocean and frozen aboard vessel are shipped to the plant and processed into frozen fillets. In the present paper quality changes during thawing, refreezing and storage at -20°C are discussed.

Natural, running-water, vacuum and steam thawing were employed as thawing methods. And contact plate, air blast, immersion in dry ice-alcohol solution freezing and storage at -5°C were applied to refreeze the thawed fillets. As quality factors content of drip released, salt-extractable protein, VBN, DNA in the drip and pH were determined. In addition, bacteriological tests were also carried out along with the whole process.

In thawing of round material, the vacuum thawing was more effective than any other method, resulting in drip, salt-extractable protein (N%), VBN and DNA as 4.4%, 1.82%, 16.21mg% and 13.70 $\mu\text{g}/\text{ml}$, respectively.

Storage at -5°C as refreezing method yielded lower in drip and DNA content but similar to or slightly higher in both salt-extractable protein and VBN, which might postulate that the quality of the frozen fillet depends not largely on the secondary freezing but on the conditions of thawing and primary freezing.

It seemed that most of the bacterial flora in thawed fillet came from skin and viscera of fish, worker's hands, utensils and other processing facilities, since sanitary indicative bacteria were not detected in the frozen flesh of round Alaska pollack. Bacterial quality of fillet varied with thawing methods, vacuum thawing appeared more sanitative compared with other methods as natural, running-water, and steam thawing.

Bacterial colonies isolated from the thawed fillet were composed of 73.8% Gram negative rod shape, 4.9% Gram positive rod shape, 18.0% cocci, and 3.3% yeast. Decreasing rate of coliform group of the fillet during the storage at -20°C for 30 days was more than 70% and that of plate count was less than of coliform group.

1) 本研究은 1974年度 韓國產學協同財團研究費로 이루어졌음.

2) 釜山水産大學, 食品工學科. National Fisheries University of Busan

3) 國立水産振興院, 利用加工科 Fisheries Research and Development Agency

4) 釜山女子大學 食品營養學科 Busan Women's College

緒 論

食品의 冷凍은 比較的 長期保藏法으로 알려져 있으나 條件如何에 따라서는 상당한 品質劣化를 일으킬 수 있음이 많은 研究結果로 밝혀지고 있다. 冷凍食品의 流通過程을 통한 品質低下는 凍結에 의한 變化, 貯藏中の 物理, 化學的變化 및 解凍中에 일어나는 惡變 등으로 나눌 수 있고, 또 全過程을 거치는 동안 細菌으로 인한 品質劣化를 들 수 있다. 이 중에서 凍結 및 貯藏中の 品質低下에 關하여는 田元等(1968; 1969; 1970) Love(1955; 1958a, b), Dyer等 (1968), Peters等(1968) Tomlinson等(1966) 以外에도 많은 研究報告가 發表되어 있어 蛋白質의 低溫變性的 原因이나 mechanism이 比較的 詳細하게 밝혀져 있으나, 解凍에 의한 品質變化에 關하여는 아직 未解決된 點 研究되어야 할 點이 많다고 생각된다. (鈴木, 1964)

명태肉은 他魚種에 比하여 脂肪含量이 적기 때문에 冷凍中의 變性이 큰 媒다(Dyer, 1956) 아직 別다른 加工法이 開發되어 있지 못하기 때문에 대부분 冷凍 fillet로 輸出되고 있는 實情인 바, 品質面에서 상당한 問題點들이 未解決狀態로 남아 있다. 특히 우리나라의 경우는 最近 遠洋漁業의 發達로 北洋에서 漁獲, 般上에서 凍結貯藏하여 揚陸한 다음 解凍하여 製品化하기 위하여 再凍結하는 過程을 거치기에 그 사이의 品質劣化가 적지 않으리라 간주된다.

本實驗에서는 명태의 冷凍 fillet 製造時 그 加工法을 改善하여 輸出增大를 期함에 있어 一益이 되고자 몇가지 解凍法을 比較檢討하고 産業的으로 보다 經濟的이고 有益한 方法을 究明함과 아울러 fillet block으로 再凍結할때의 品質에 미치는 影響을 凍結方法別로 比較調査하였으며, 漁獲後 製品까지의 全過程中의 微生物學的 實驗을 併行하여 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1. 試料의 處理

1974年 12月 1日 Bering海에서 漁獲한 平均體長 40cm 平均體重 500g의 명태 *Thelagra calcogramma*를 어획 즉시 -20°C 에서 急速凍結 貯藏하여 20日후 揚陸한 후 -25°C 에서 1個月간 貯藏한 것을 材料로 하였다.

各 試料는 block狀態에서 되도록 肉에 상처를 내지

않고 個體分離를 한 다음 fillet를 取하여 500g을 取하여 Poly propylene bag에 넣어 (自然解凍은 除外) 各 方法에 따라 실험하였다.

2. 解凍方法과 Drip 流出量

自然解凍 凍結狀態의 fillet를 같은 크기로 三分하여 잘 섞은 다음 500g을 取하였다.

지름 25cm의 plastic 受器위에 12mesh(綱目0.25cm)의 철망을 얹고 그 위에 試料를 골고루 편다음 밀폐된 室內에서 20시간 解凍시켰을 때 유출된 것을 drip 量으로 하였다. 이때 chamber의 溫度는 $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 였으며 밀바닥에 물을 넣어 chamber內의 습도를 포화시켰으므로 drip의 증발을 막도록 하였다.

流水解凍 1)과 같이 三分한 肉片 500g을 poly propylene film bag에 겹치지 않도록 넣고 $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 水道水를 흘리면서 3시간 解凍하였다. 解凍이 끝난 肉片을 1)과 같이 鐵網 위에 골고루 퍼서 10분간 流出된 drip량과 해동 後에 測定한 bag의 重量差를 합한 것을 流水解凍의 drip 流出量으로 취하였다.

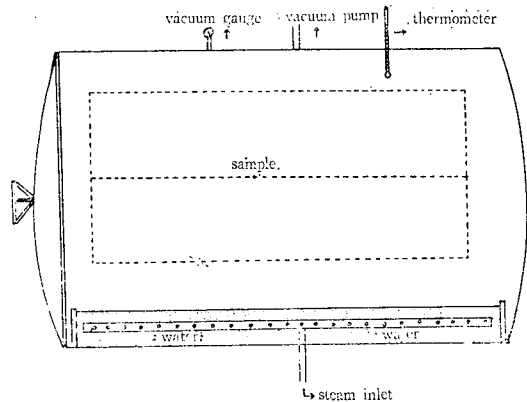


Fig. 1. Schematic diagram of vacuum thawer.

蒸氣解凍 밀바닥에 물을 넣을 수 있는 지름 1.2m 길이 1.8m의 원통형 retort (Fig. 1)에 증기를 통하여 물을 끓일 수 있도록 장치하고 2)와 같이 polypropylene film bag에 겹치지 않도록 500g의 肉片을 넣어 30분간 해동하였으며 해동이 끝난 肉片을 鐵網 위에 얹어 10분동안에 유출된 량과 bag의 중량차로부터 drip을 산출하였다.

眞空解凍 증기해동 장치의 排氣部에 眞空pump를 연결하고 증기해동과 같은 操作으로 解凍하였다.

解凍시간은 眞空度 710mmHg, 溫度 20°C 까지 도달하는데 30分, 그때 부터 해동이 끝날때 까지가 30分

으로 全 소요시간은 1시간이었다. 해동의 終結은 上記 4가지 방법 共히 肉 中心온도가 0.5℃가 되었을 때를 기준하였다.

3. 實驗方法

pH TOA pH meter로 測定하였다. 各 解凍方法에 따라 해동이 끝난 즉시 肉 肉 drip의 pH를 측정하였다.

VBN Conway 微量擴散法으로 測定하였다. (石坂 1969)

鹽溶性蛋白質—試料魚肉 1g을 取하여 充分히 搗碎 하고 氷藏해두었던 5% Dyer의 NaCl 수용액(0.02M NaHCO₃를 함유하고 pH 7.2~7.3으로 조정된 NaCl 용액) 200ml을 加하여 氷水浴上에서 완속(r. p. m 1,000)으로 10分間 추출한 다음 다시 20分間 r. p. m 4,000에서 遠心分離하였다. 上澄液을 10%TCA로 처리하여 침전 시킨 다음 여과하고 여과지와 함께 semi-micro Kjeldahl 장치를 이용하여 단백질 질소를 精量하였다.

DNA Ogur Rosen의 계량법에 따라 精量하였으

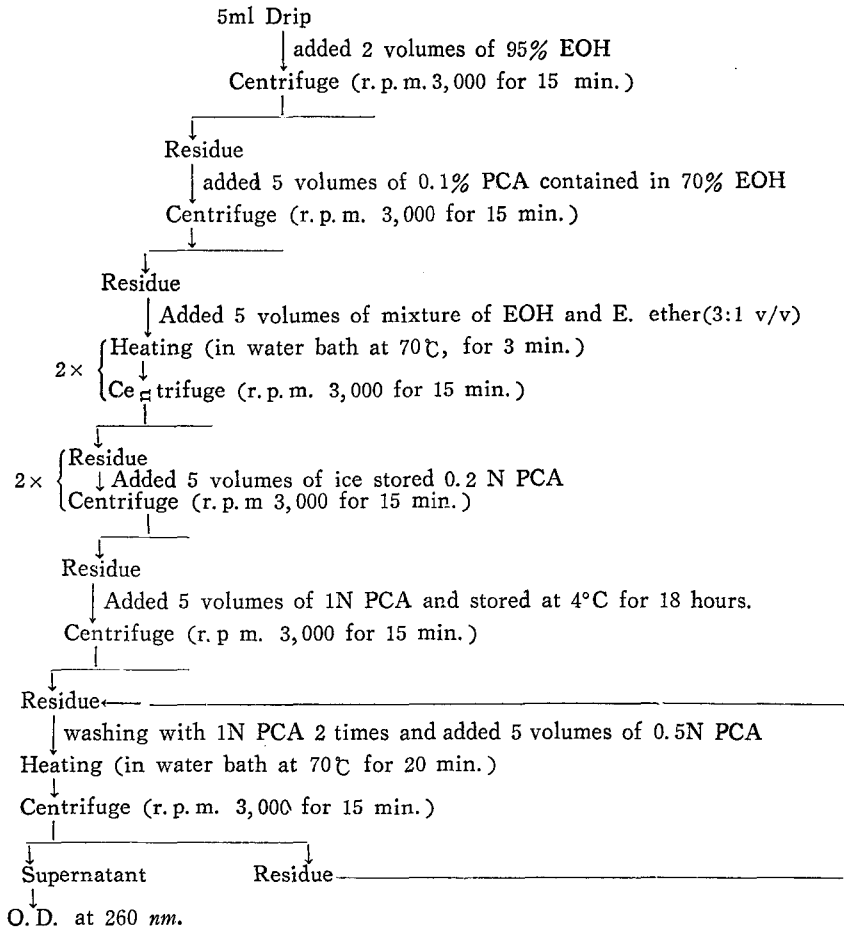


Fig. 2. Procedure for determination of DNA.

며 흡광도측정은 Varian Spectrophotometer를 使用 하였다(水野 1971).

Fig. 2에 측정方法을 간략하게 도시하였다.

4. 再凍結

室溫 10~12°C를 유지하는 解凍室에서 24시간 自

然解凍시킨 명태와 外氣溫度 4~6°C에서 48시간 自然 해동시킨 원료등 2種으로 區分하여 해동 즉시 脫皮하고 fillet로 加工한 다음 各 2kg씩을 다음의 各 方法으로 再凍結시켰다.

-5°C冷蔵 -5°C에 그대로 保存한 것.

Air Blast Freezing -20°C에서 18시간 동결한 것

을 -20°C 를 유지하는 冷凍庫에 저장하였다.

Dry Ice凍結 시료를 polyethylene film bag에 싸고 dry ice로 채운 다음 ethyl alcohol을 부어 시료 및 dry ice가 완전히 잠기게 하였다. 동결이 끝날 때의 온도는 -46°C 였으며 30分 동결시킨 후 -20°C 에서 보관하였다.

이상 4가지 方法으로 처리한 시료를 시험시마다 실험실로 옮겨 전항에서 시행한 요령에 의하여 제반 실험을 行하였다.

5. 細菌試驗

解凍時의 細菌試驗은 解凍이 끝났을 때 즉시 試料를 채취하였으며 再凍結時에는 $10-12^{\circ}\text{C}$, 24시간 및 $4-6^{\circ}\text{C}$ 48시간 해동한 것을 contact freezer에서 再凍結시켜 試料로 하였고, 1개월 後에 감소량을 측정하였다. 모든 試料는 無菌的으로 인산완충희석수를 試料의 9倍量 加하여 90秒間 homogenize한 다음 實驗에 使用하였다.

細菌學的 試驗은 APHA(1962)의 魚貝類細菌檢査法에 準하였고 生菌數는 35°C 에서 48시간, 20°C 에서 96시간 培養하여, 1g당으로 換算하였으며 명태 表面에 附着한 細菌은 表皮를 $4 \times 5\text{cm}$ 의 크기로 잘라내어 희석수 100ml를 加하고 測定한 結果를 단위 cm^2 當으로 算定하였다. 또한 fillet에 附着한 好氣性 細菌의 檢査는 1/1,000로 희석된 試料 0.2ml를 標準寒天平板에 加하고 滅菌된 Conradi 유리막대로 均一하게 퍼서 20°C , 96시간 培養한 後, 集落特性 관찰은 美國의 S. A. B Chart를 準用하였고 Gram 染色은 常法에 準하여 實驗하였다.

結果 및 考察

1. 解凍方法에 따른 品質變化

Drip의 流出量과 pH 冷凍品은 凍結과정 中에 肉質의 組織의 損傷과 蛋白質의 變性 등으로 因하여 保水力이 감소하므로써 解凍할 때 一部分의 水分이 遊離되는데 (朴 등, 1974, 姜 등, 1975) 凍結에 의하여 細胞內에 溶存된 可溶性 鹽類의 농축으로 인하여 肉質의 變性を 일으키게 되므로 drip流出量이 冷凍品 品質評價의 基準으로써 利用되고 있다(田元 등 1968).

魚肉의 drip流出은 凍結時에 生成되는 氷結晶이 細胞內 및 細胞間에서 成長하여 細胞를 파괴하기 때문에

발생하는 것이며 따라서 凍結中의 氷結晶의 크기에 크게 좌우된다. 즉 凍結速度가 극히 빠를 경우에는 氷結晶이 微細하여 근육섬유에 크게 손상을 입히지 않으나 緩慢凍結에서는 氷結晶이 크기 때문에 근육섬유세포의 파괴가 심하게 일어나고 drip流出量도 많아진다고 解析되고 있다(Love, 1958a, 田元 등 1969).

한편 解凍과정 또한 drip流出에 영향을 미친다는 것이 알려져 있다. 吉岡(1975)는 最大氷結晶融解帶 產品溫 $-1^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ 의 溫度帶를 통과하는 시간이 길어질 수록 drip량이 많아진다고 報告하고 있다. 同一한 試料에 對한 凍結 및 解凍에 소요되는 時間을 비교하면 凍結層이 未凍結層보다 熱傳導率이 약 3배정도 크기 때문에 解凍에 所要되는 시간이 더 길다(Everington, 1971. 裴, 1973. 村治, 1974).

Table 1. Drip released and pH by four different thawing methods

Thawing method	Drip%	pH	
		Flesh	Drip
Natural thawing	5.03	6.89	6.91
Running-water thawing	5.48	6.68	6.70
Vacuum thawing	4.40	6.77	6.77
Steam thawing	4.58	6.78	6.79

한편 pH는 肉의 처리방법에 따라서는 크게 영향을 받지 않는다고 보고되고 있으나(MacCallum 등, 1967) 단백질성등의 약변이 진행될 수록 그 값은 저하하고, 따라서 free drip은 증가한다(Tomlinson, 1966)는 보고도 있다.

本 實驗의 結果에서도(Table 1) pH와 drip 流出量과의 相關關係는 明確하지 않다.

pH가 魚體部位에 따라 다를 뿐 아니라(Tomlinson, 1966) 試料魚의 漁獲當時의 生體條件의 差異등이 크게 影響한 結果가 아닌가 生覺된다.

各 解凍방법에 따른 drip유출량은 Table 1에서 보는바와 같이 진공해동, 증기해동, 유수해동, 자연해동의 順으로 증가하고 있는데 이것은 해동시간이 길어질수록 최대빙결정용해대를 통과하는 데에 소요되는 시간이 오래 걸리므로써 drip 流出量이 많아진 것이 아닌가 추측된다.

鹽溶性蛋白質窒素 및 揮發性鹽基窒素 解凍中의 단백질 변성 정도를 보기 위하여 肉 및 drip中의 염용성 단백질 및 휘발성염기질소를 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Salt-extractable protein and VBN

Thawing method	Extractable protein (Nitrogen %)	VBN (mg%)
Natural thawing	1.49	16.30
Running-water thawing	1.15	19.56
Vacuum thawing	1.82	16.21
Steam thawing	1.74	19.50

凍結 및 解凍過程中的 단백질성을 일으키는 원인에 對하여는 비교적 많은 연구가 되어 있으며 氷結晶이 細胞內 또는 細胞間에 生成되더라도 親水colloid의 結合水는 凍結되지 않으며 毛細管張力도 細胞中の 水分의 凍結을 억제하는 作用이 있어(島川, 1972) 일부 未凍結狀態의 水分이 殘存하게 되며 용융점이 극히 낮은 MgCl₂ 등의 염류가 溶存하게 된다. 따라서 상당히 低溫(-29℃ 정도)에서도 액체상태를 유지하게 되며 이들에 의하여 actomyosin 등의 근육 단백질이 변성을 일으키게 된다(Love, 1958 a).

변성은 myosin系 단백질의 응집으로 인한 不溶化로 용해도가 감소하는 것이며 凍結狀態下에서는 氷結晶生成으로 分子주위에 脫水現象이 일어나고 이웃하는 分子사이에 수소결합, Van der Waals 결합 등의 cross linkage가 생기므로 응집이 일어나는 것으로 알려져 있다(松本, 1972). 또 동결상태下에서도 酵素의 活性이 完全히 停止하는 것은 아니며 ATP 등의 分解가 서서히 일어나므로 휘발성염기질소가 생기게 된다고 알려져 있다(松本, 1972).

本 실험의 결과에 의하면 Table 2에서 보는 바와 같이 염용성단백질소는 진공해동, 증기해동, 자연해동, 유수해동의 順으로 감소하고 있으며 휘발성염기질소의 경우는 자연해동이 비교적 낮은 값을 보이고 증기해동이 높은 값으로 나타났다.

염용성단백질소가 진공해동의 경우 가장 높은 값을 보이는 것은 이 방법으로 해동했을 때 해동시간이 비교적 짧고 (유수해동 3시간, 진공해동 1시간) 최대빙결정용해대를 통과하는 소요시간이 오래 걸리지 않고 진공상태를 유지하므로 단백질성이 적은 것이라고 간주되며(村治, 1974; Everington, 1971), 휘발성염기질소가 유수해동의 경우 높은 값을 보인 것은 Table 8에 나타난 결과로 미루어 보건대 미생물 오염에 그 원인이 있는 것이 아닌가 추측되며, 증기해동의 경우에는 해동과정중의 부분적인 과열에 기인한 것이 아닌가

추측된다(田元 등 1969).

Table 1의 drip流出量과 염용성단백질소와의 양적인 관계를 살펴보면 drip유출량이 많을 수록 염용성단백질소는 감소하고 있다. 田元 등(1968)은 명태육을 몇 종류의 염용액으로 처리했을 때의 drip유출량과 염용성단백질소를 비교하였을 때 염용액처리가 drip 유출량의 감소에는 효과가 있으나 염용성단백질은 염의 종류에 따라 차이가 있었음을 보고하고 있고 식염용액으로 처리하였을 때에는 염용성 단백질소가 오히려 감소함으로써 단백질변성을 촉진하는 효과가 있는 反面 중합인산염처리하는 단백질성을 다소 억제하는 효과가 있어 drip 유출량이 많다고해서 염용성단백질소가 반드시 적은 것은 아님을 시사하고 있다. 그러나 이 결과는 drip流出을 억제하기 위하여 염류를 가해준 경우이며 본실험에서는 염처리를 하지 않았기 때문에 上記의 結果와는 一致하지 않았으며 drip유출량이 많을 수록 염용성단백질이 감소하여 변성이 촉진된다는 결론을 얻을 수 있었다.

DNA 해동방법을 달리하였을 때 근육섬유세포의 파괴정도를 알아보기 위하여 drip중의 DNA (deoxy ribonucleic acid)함량을 Ogur Rosen의 方法(水野 1971)에 따라 정량하고 그 결과를 Table 3에 表示하였다. 細胞의 핵이나 mitochondria, chloroplast 등에 함유되어 있는 핵산들이 物理的 化學的인 변화를 받으면 유리상태로 분리되어 해동과 더불어 drip에 포함되어 流出되며 凍結時에는 氷結晶이 生길 때의 容積의 증

Table 3. DNA content in drip released by different thawing methods

Thawing method	DNA (μg/ml)
Natural thawing	19.90
Running-water thawing	15.50
Vacuum thawing	13.70
Steam thawing	14.35

가로 인한 세포의 손상이나(Love, 1958a; 1958b; 島川, 1972), ion 강도가 큰 Mg²⁺ 등의 농도가 농밀해짐으로써 해서 DNA의 유리는 증가하며 解凍時의 최대빙결정용해대를 통과하는 시간 즉 해동속도에 상당한 영향을 받는다고 알려져 있다(吉岡 1975). Table 3에서 보면 진공해동, 증기해동, 유수해동, 자연해동의 順으로 drip중의 DNA 함량이 증가하고 있는데 이 결과는 解凍速度가 DNA 함량에 영향을 미치는 것으로 믿어지며, 前述한 冷凍障害의 다른 因子들과 비교하더라도

이와 유사한 pattern을 보이고 있다.

2. 再凍結과 品質變化

北洋명태는 一部 國內消費를 除外하고는 大部分이 冷凍 fillet로 輸出되고 있는 實情으로 round 狀態로 陸上에 運搬된 原料를 fillet로 加工하여 다시 再凍結해야 하므로 그 間의 工程이 製品의 品質에 미치는 影響도 考慮되어야 할 것으로 생각된다.

本實驗에서는 揚陸된 冷凍명태를 10~12°C의 恒溫을 維持하는 解凍室에서 24시간 解凍시킨 試料과 4~6°C의 自然狀態에서 그대로 48시간 解凍시킨 原料의 二種으로 區分하여, 各各을 ① contact plate freezing ② air blast freezing ③ dry ice와 alcohol을 混和한 溶液에 浸漬시켜 凍結하는 方法 및 ④ -5°C의 低溫室에서 保管한 것들의 4가지 方法으로 再凍結시키고 各方法에 따른 品質變化를 보기 위하여 drip流出量, 鹽溶性蛋白質素, 揮發性鹽基窒素 및 drip중의 DNA含量 등을 測定하고 그 結果를 Table 4와 5에 表示하였다.

Table 4. Quality of Alaska pollack fillet refrozen by different freezing and thawing conditions

Freezing Method	Drip (%)	Salt-extractable protein(N%)	VBN (mg%)	DNA (μg/ml)
Contact plate	A 6.62	0.81	13.83	11.00
	B 5.95	0.71	16.77	9.75
Air blast	A 5.85	0.57	18.36	10.10
	B 5.66	0.61	15.25	9.25
Ice-alcohol	A 6.37	0.58	15.25	10.15
	B 7.70	0.57	15.25	8.90
-5°Cstorage	A 5.30	0.45	21.50	7.65
	B 6.85	0.59	18.24	6.05

A: materials thawed for 24 hours at 10-12°C
B: materials thawed for 48 hours at 4-6°C

Table 4에 의하면 凍結速度가 빠른 contact freezing(3시간 凍結)이나 dry ice-alcohol 溶液浸漬法(45分 凍結)이 air blast freezing(18시간 凍結) 및 -5°C 低溫保管보다 drip 流出量 및 DNA 含量이 많았고 휘발성염기질소는 오히려 적은 값을 보였다. 이것은 -5°C貯藏의 경우가 他方法에 比하여 凍結速度가 극히 완만하기 때문에 細胞間質에서 生成된 氷結晶이 成長하더라도 筋肉纖維 自体의 彈性性에 依하여 細胞의 損傷이 적은 것으로 간주되며(島川, 1972), 結果적으로

DNA의 溶出도 적어진 것이라 추측된다(Love, 1958b). 그러나 揮發性鹽基窒素의 값은 오히려 他方法에 比하여 많은 값을 보였는데 이것은 實際 -5°C에 貯藏하였을 때 비록 細胞의 損傷을 적었다고 하더라도 鮮度の 低下는 다른 方法에서보다 심하게 일어나고 있었음을 의미하는 것이며 鹽溶性蛋白質素의 값이 이 경우 다른 方法에 의한 그것보다 적은 값으로 나타난 것드위의 사실을 뒷받침할 수 있다. 그러나 전체적으로 볼 때, 凍結速度의 相異에 따른 차이는 현저하지 않은 것으로 미루어 再凍結에 依한 品質劣化보다는 一次凍結에 의한 것이 더 問題된다고 看做되며 上記한 바와 같이 凍結速度가 극히 완만한 경우 細胞의 破壞는 적은데도 실제 蛋白質性 등의 化學的인 劣化는 다른 方法과 큰 차이가 없다는 사실에 대하여는 앞으로 많은 研究가 있어야 할 것으로 믿어진다.

한편 一次凍結 試料의 fillet 加工前의 解凍條件에 따라서도 다소의 차이를 엿볼 수 있었는데 전체적으로

Table 5. Quality changes in refrozen Alaska pollack fillet after 30 day storage at -20°C

Refreezing method	drip (%)	salt-extractable protein(N%)	VBN (mg%)	DNA (μg/ml)
Contact freezing	A 10.65	0.38	14.93	12.75
	B 10.43	0.43	12.65	10.02
Air blast freezig	A 7.22	0.44	16.41	12.03
	B 10.14	0.53	15.67	10.50
Dry ice-alcohol	A 11.77	0.42	16.44	13.25
	B 10.64	0.61	12.83	11.65
-5°Cstorage	A 6.22	0.35	20.61	11.24
	B 8.16	0.15	16.14	9.02

A: materials thawed for 24 hours at 10-12°C
B: materials thawed for 48 hours at 4-6°C

로 보아 溫度가 높은 24시간 解凍이 4-6°C 48시간 解凍시킨 試料보다 効果가 적었던 것으로 나타났다.

Table 5에는 -5°C 低溫貯藏을 除外한 나머지 세가지의 方法으로 凍結한 試料를 -20°C에서 1개월간 貯藏하고 同一한 試驗을 行한 結果를 表示하였는데, 전체적으로는 凍結直後 보다 저장중에 어느 정도 品質低下를 일으켰음을 알 수 있었으며 drip 流出量은亦是 -5°C 低溫貯藏 및 air blast freezing이 contact freezing 및 dry ice-alcohol浸漬보다 적은 값을 보였다. DNA含量도 -5°C 低溫貯藏의 경우는 적은 값으로니

타났으나 餘他의 方法에서는 거의 차이가 없었으며 이 결과로 미루어 보아 air blast freezing으로凍結한 試料는 처음에는 細胞의 損傷이 다소 적었다고 하더라도 貯藏中에 서서히 變性이 진행되어 時間이 經過함에 따라 다른 方法으로凍結한 경우와 거의 같아진다고 볼 수 있다. 이로 미루어 再凍結에 의한 細胞의 損傷은 長期貯藏할 경우에는 극히 완만한 속도로凍結하여 그 溫度에서 貯藏하는 것이 効果의이 아닌가 생각된다. 그러나 얼음정당백질소 및 휘발성염기질소는 만드시 그렇지 않아 오히려 凍結速度가 빠를수록 效果가 있었다.

3. 解凍 및 凍結貯藏中の 細菌含量的 變化

北洋명태는 漁獲直後 dress, semi-fillet, 또는 round block로 急速凍結하여 工場에 運搬되어 加工時 까지 -20°C 부근에 保管된다.

이들 原料의 細菌汚染度를 把握하기 爲하여 解凍하지 않고 凍結된 狀態에서 試料를 採取하여 試驗한 結果를 Table 6에 수록하였다.

Table 6. Bacterial density of frozen Alaska pollack

Sample	MPN per 100g		Plate count	
	Coliform group	Fecal coliform	per g 35°C	per g 20°C
Round	A	<18	<18	400
	B	<18	<18	250 680
Semi-fillet	A	78	<18	8,500 87,000
	B	<18	<18	1,500 16,000
Skin(per cm ²)	A	26	15	90 19,000
	B	3	<18	400 9,500
Viscera	140	20	65,000	130,000

Table 6에서 알 수 있는 바와같이 Round 상태의 명태 육질에는 大腸菌群 및 糞便系大腸菌은 陰性이었고 生菌數도 2.5×10³, 4.0×10²으로 깨끗하였으나 semi-fillet의 경우는 糞便系大腸菌은 陰性이었지만 大腸菌群MPN은 <18~78이었고 生菌數는 35°C에서는 1.5×10³~8.5×10³이었고 20°C에서는 1.6×10⁴~8.7×10⁴으로 前者의 10倍 以上이었다. 이와같이 semi-fillet의 경우가 round 狀態에 비하여 細菌汚染度가 높은 것은 作業中の 2次汚染 때문인 것으로 推察된다.

表皮 또한 cm²당 大腸菌群MPN은 A試料26, B試料 3이었고 生菌數의 경우 35°C에서는 9.0×10, 4.0×10²으로 많지 않으나 20°C에서는 9.5×10³, 1.9×10⁴으

로 35°C에서 보다 훨씬 많았다.

명태의 腹部단 切斷하여 凍結 저장하여 둔 명태의 內臟에는 大腸菌群 MPN은 140, 糞便系大腸菌 MPN 20이었고 生菌數는 35°C 培養에서는 6.5×10⁴, 20°C 培養에서는 1.3×10⁵으로 높았다.

鮮魚에 附着되어 있는 細菌의 大部分이 低溫性 細菌이었으며 Bedford(1933), Kiser(1944)의 研究에서도 報告된바 있다.

따라서 魚體의 表皮 및 內臟에 多數 含有되어 있는 細菌이 解凍後 fillet에로의 2次 汚染이 많이 될 것으로 生覺된다. 그러므로 解凍後에 가공원료가 處理台 위에서 放置되어 있는 時間을 可及의 줄여야 할 것이다.

그리고 같은 block內的 명태를 解凍前에 無菌으로 fillet 하였을 때와 工場內에 放置된 칼, 도마, 처리대를 그대로 쓰고 作業者의 손도 消毒수에 씻지 않고 fillet 하였을 때를 比較試驗한 結果는 Tabl 7과 같다.

Table 7. Bacterial content and filleting conditions

Condition	MPN per 100g		Plate count	
	Coliform group	Fecal coliform	per g 35°C	per g 20°C
Asepsis	<18	<18	<30	<30
Non-asepsis	1,700	45	140,000	270,000

即 無菌에 가까운 肉質이 非衛生的인 作業으로 大腸菌群 MPN이 1,700, 糞便系大腸菌 MPN은 45이었고 生菌數는 1.4×10⁵ 이상으로 나타나 工場에서 從事하는 作業者의 衛生管理가 食品의 汚染防止에 얼마나 重要한가를 알 수 있다. 이와같은 事實은 fillet의 汚染은 表面에서부터 始作되고 腐敗는 첫째 作業者의 손, 容器, 얼음 및 魚箱子에서 汚染되는 細菌에 依하고 들 채로는 海水, 魚類의 肉體, 精液貫等에서 由來하는 細菌이라고 Beatty(1945)가 報告한 바와 一致하였다.

Table 8. Bacterial density and thawing method

Thawing method	MPN per 100g		Palte count	
	Coliform group	Fecal coliform	per g 35°C	per g 20°C
Natural thawing	470	20	110,000	360,000
Running-water thawing	1,700	45	240,000	460,000
Vacuum thawing	260	18	35,000	110,000
Steam thawing	1,300	18	130,000	370,000

解凍方法의 差異에 따른 fillet 細菌汚染度의 變化를 알아보기 爲하여 眞空解凍, 自然解凍, steam解凍 및 流水解凍으로 區分하여 實驗한 結果는 Table 8과 같다.

Table 8에서 알 수 있는 바와 같이 大腸菌群 MPN은 眞空解凍과 自然解凍이 260, 470이었고 steam解凍과 流水解凍에 있어서는 각각 1,300과 1,700으로 前者에 比하여 높았다. 生菌數의 경우는 眞空解凍의 경우 3.5×10^4 으로 제일 낮고 이 외는 모두 1.1×10^5 이상으로 解凍方法에 따른 큰 差異는 없었다. 即 解凍方法에 따른 細菌學의 品質을 比較할때 眞空解凍이 가장 좋았고 蒸氣解凍과 流水解凍이 나빴다. 自然解凍의 경우 蒸氣解凍이나 流水解凍보다 細菌數가 낮은 것은 解凍溫度의 差異에 起因하는 것으로 生覺된다.

그리고 解凍溫度와 時間을 달리 했을 때의 細菌含量의 差異를 알아보기 爲하여 $10 \sim 12^\circ\text{C}$ 의 恒溫을 維持하면서 24時間만에 解凍한 것과 大氣溫度 $4 \sim 6^\circ\text{C}$ 에 放置하여 48時間에 걸쳐 解凍한 것을 試驗한 結果를 Table 9에 나타내었다.

Table 9에서 보는 바와 같이 $10 \sim 12^\circ\text{C}$ 에서 解凍된 fillet은 大腸菌群 MPN 230, 糞便系大腸菌 MPN 78로서 $4 \sim 6^\circ\text{C}$ 에서 解凍된 fillet의 170과 20보다 높은 汚染度를 나타내고 있으며 生菌數도 2.2×10^4 및 1.4×10^5 으로 後者に 比하여 훨씬 높았다. 따라서 解凍溫度는 細菌增殖에 깊은 關係를 가지고 있었다.

Table 9. Bacterial density and thawing temperature

Thawing	MPN per 100g		Plate count	
	Coliform group	Fecal coliform	35°C	20°C
at $10 \sim 12^\circ\text{C}$	230	78	22,000	140,000
at $4 \sim 6^\circ\text{C}$	170	20	4,000	94,000

이는 特別 一般細菌의 경우 10°C 以下로 유지하면 細菌의 增殖은 거의 없으므로 細菌試料는 運搬 및 保管을 10°C 以下로 유지할것을 要求하고 있는 것과 一致하고 있다. 그러므로 15°C 이상의 常溫에서 解凍했을 때 解凍後 作業時間의 지연은 細菌增殖에 크게 영향을 미칠것을 쉽게 짐작 할수 있었다.

fillet에 附着되어있는 好氣性 細菌의 組成을 알아보기 爲하여 蒸氣를 供給하여 $10 \sim 12^\circ\text{C}$ 로 유지하면서 解凍한 것(試料 I)과 $4 \sim 6^\circ\text{C}$ 에서 自然解凍한 것(試料 II)을 試料로하여 Conradi 法으로 標準寒天平板에서 20°C , 96時間 培養하여 colony 特性과 Gram 染色에

依한 細胞形態를 調査한 結果를 Table 10에 수록하였다.

試料 I에서는 9菌株을 檢出하였으며 試料 II에서는 11菌株였다.

이를 다시 g당으로 換算하면 試料 I에서는 1.55×10^5 이었고 試料 II에서는 1.5×10^5 이었다. 그리고 本實驗에 提供한 試料를 再凍結했을 때 試料 I에서는 1.2×10^4 으로 減少하였고 試料 II에서는 8.5×10^4 으로 減少되어 好氣性 細菌의 凍結에 依한 減少率은 각각 22.6% 43.3%이었다.

Shewan(1959)은 低溫에서 冷凍하면 세균류의 60~90%가 減少한다고 報告한바가 있다.

그리고 駒形等(1964)은 市販冷凍食品에는 1g 당 $10^8 \sim 10^5$ 程度의 好氣性 微生物이 分布하고 있으며 이中 半数 以上이 Gram陰性이었다고 報告하였으며 Horie(1973)는 新鮮魚의 皮부에서 分離된 104 균주중 약 94%가 Gram陰性 桿菌이었고 市販되고 있는 冷凍魚介食品 25種에 對하여 25°C 培養하여 그 大部分이 $10^4 \sim 10^5$ 전후라고 報告한바가 있다.

本實驗에서의 Gram 染色結果는 Gram 陰性桿菌이 73.8%, Gram陽性桿菌이 4.9%, 球菌이 18%, 酵母類가 3.3%이었다.

解凍된 fillet를 再凍結하여 -20°C 에서 30日間 저장 後에 實驗한 結果를 Table 11에 수록하였다.

Table 11. Changes in bacterial density during 20 day storage at -20°C

Storage time (day)	Sample	MPN per 100g		Plate count per g	
		Coliform group	Fecal coliform	35°C	20°C
0	A	120	<18	9,200	150,000
	B	120	<18	3,800	53,000
30	A	45	<18	8,500	87,000
	B	20	<18	1,500	46,000

大腸菌群MPN은 試料 A, B에서 모두 120에서 각각 45 및 20으로 減少되어 62.5%, 83.3%의 減少率을 나타냄으로서 食品을 凍結貯藏하여 두면 衛生指標細菌의 減少率은 매우 크다는 事實을 알 수 있었다.

魚體를 凍結貯藏함으로 細菌이 減少한다는 研究報告는 많이 있으며 特別 Kiser(1942)는 魚體를 凍結해서 10일간 저장하는 동안에 細菌減少率은 현저하였으며 球菌類는 잘 견딘다고 보고하였고, Horie(1973)는 凍結하여 20일간 저장한 결과 細菌의 生殘率은 그 種類에 따라 差異가 있는데 Pseudomonas類는 70% 이

Table 10. Composition of microorganisms in thawed fillet of Alaska pollack on SPC agar plate

Sample cord	Cell count per gram	Characters of colony on SPC agar plate					Optical character	Consistency	Chromogenesis	Size in diameter(mm)	Gram stain
		Form	Elevation	Surface	Edge	Surface					
I. Fillet thawed under controlled temp. at 10-12°C by steam supply.											
A	30,000	circular	convex	smooth	entire	opaque	butyrous	thick yellow	3-5	N, R	
B	30,000	circular	convex	smooth	entire	opaque	viscid	Milky white	3-5	N, R	
C	15,000	circular	flat	smooth	entire	dull	butyrous	light yellow	2-3	N, R	
D	20,000	circular	convex	smooth	entire	opaque	viscid	pinkish yellow	2-4	N, R	
E	10,000	circular	flat	rough	entire	opaque	butyrous	white	2-5	N, R	
F	20,000	circular	flat	concentrically ringed	entire	opaque	butyrous	pinkish yellow	2-5	P, C	
G	10,000	circular	convex	smooth	entire	glistening	viscid	pink	2-4	P, R	
H	5,000	irregular	flat	rough	undulate	opaque	viscid	Fluorescent	8	N, R	
I	15,000	punctiform	convex	smooth	entire	glistening	butyrous	white	1.0	N, R	
II. Fillet thawed in natural state at 4-6°C											
A	10,000	circular	convex	smooth	entire	opaque	butyrous	pinkish red	3-4	N, R	
B	40,000	circular	convex	smooth	entire	opaque	viscid	pinkish yellow	2-6	N, R	
C	10,000	circular	flat	contoured	undulate	opaque	brittle	light yellow	4-6	N, R	
D	10,000	circular	pulvinate	smooth	entire	opaque	butyrous	white	2-4	P, Y	
E	15,000	irregular	flat	rugose	undulate	opaque	butyrous	pinkish blue	5-12	N, R	
F	15,000	punctiform	convex	smooth	entire	glistening	butyrous	white	1.0	P, C	
G	10,000	circular	convex	smooth	entire	opaque	butyrous	milkish white	3-4	P, C	
H	15,000	irregular	flat	contoured	undulate	translucent	butyrous	fluorescent	3-10	N, R	
I	10,000	circular	flat	smooth	entire	opaque	butyrous	yellowish white	2-3	P, C	
J	10,000	circular	convex	smooth	entire	opaque	butyrous	grayish white	2-3	N, R	
K	5,000	circular	convex	smooth	entire	glistening	viscid	pink	3	P, R	
150,000											

N : Negative P : Positive R : Rod shape C : Cocci Y : Yeast

상이 死滅하고, *Flavobacterium-Cytophaga*는 17%, *Vibrio*는 거의 100% 死滅하였고 球菌類는 거의 變動이 없었다고 報告한 바가 있다.

本實驗에서는 35°C 培養結果는 8~60% 減少하였고 20°C 培養結果는 13~42% 減少되어 35°C 培養菌이 20°C 培養菌보다 死滅率이 컸으며 大腸菌群의 경우 보다는 훨씬 낮았다.

結論 및 要約

冷凍 fillet 加工時 原料의 解凍 및 fillet 再凍結 工程이 品質에 미치는 影響을 알아보기 위하여 現在 國內에서 利用되고 있는 解凍方法 4種과 再凍結方法 4種을 選定하여, drip 流出量, 鹽溶性蛋白質素, VBN, DNA 및 全過程中的 微生物 汚染 등을 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 解凍方法別로 본 品質變化에 있어서는 眞空解凍이 drip 流出量 4.40%, 鹽溶性蛋白質素 1.82%, VBN 16.21mg%, DNA 13.70 $\mu\text{g/ml}$ 로서 가장 效果的이었다.

2) 再凍結方法으로는 -5°C 低溫保管이 drip 流出 및 細胞의 損傷은 적었으나 鹽溶性蛋白質素 및 VBN은 각각 0.45%, 21.50mg%로 他方法에 比하여 鮮度의 低下가 심하였고, 長期的인 保藏에 있어서는 凍結速度가 큰 方法이 보다 效果的임을 알 수 있었다.

3) 再凍結 後 30日間 -20°C에서 貯藏하였을 때 亦是 -5°C 低溫保管이 drip 流出量 및 DNA는 적었으나 鹽溶性蛋白質素 및 VBN은 각각 0.35%, 20.61mg%로서 不良하였다. 再凍結後의 品質은 二次的인 凍結 條件보다 解凍과 一次凍結後의 品質이 더 크게 影響함을 알 수 있었다.

4) 凍結된 原料명태의 肉質中에는 衛生指標細菌이 檢出되지 않았으므로 fillet 製品中の 細菌은 解凍, 凍結 등 加工中作業者의 손, 加工器具, 魚体表皮 및 內臟으로부터 汚染된 것으로 생각된다.

細菌含量은 解凍方法에 따라 差異가 있었으며, 眞空解凍이 다른 方法보다 汚染이 적었다.

5) 解凍한 fillet에서 分離된 細菌의 組成은 Gram 陰性桿菌이 73.8%, Gram 陽性桿菌이 4.9%, 球菌이 18.0%, 酵母가 3.3%였다.

6) 急速凍結하여 30日間 貯藏했을 때의 大腸菌群은 約 70%以上 減少하였으며, 生菌數의 減少率은 이보다 낮았다.

謝 辭

本實驗을 위해 많은 協助를 아끼지 않은 高麗遠洋 株式會社 釜山工場 및 五洋水產株式會社에 深謝하며 實驗施設과 助言을 提供한 國立水產振興院 利用加工科 裴玉成 科長님과 李昌國 技士님, 그리고 實驗에 協助해 준 釜山水產大學 食品工學科 河準弘, 徐載守, 鄭용배 諸君 및 釜山女子大學 食品營養學科 裴瑤蓮 諸 著者들은 깊이 感謝하는 바이다.

文 獻

- A. P. H. A. (1962): Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. 3rd Ed. Am. Pub. Health Asso., Inc., 1970. Broadway, New York, 19, N. Y.
- Beatty, S. A. (1945): Bacteriology and biochemistry of fish spoilage. Atlantic Fisheries Experimental Station, Halifax. Canadian Fisherman XXII, No. 6, 34
- Bedford, R. H. (1933): Marine bacteria of the Northern Pacific Ocean. The Temperature range of growth. Contr. Can. Biol. Fish., 7, 431-438
- 裴玉成(1973): 食品의 解凍技術. 1973. 10. 12-13 세미나 資料, 1-37. 國立水產振興院.
- Dyer, W. J. and M. L. Morton, (1956): J. Fish. Res. Bd. Canada, 13, 129. quoted from T. Suzuki(1964)
- Dyer, W. J., D. I. Fraser and M. Greenwell (1968): Thaw Drip in Frozen Plaice Fillets, Its Seasonal Variation and Development During Storage. J. Fish. Res. Bd. Canada, 25, 4, 829-833.
- Everington, D. W (1971): Thawing of frozen foodstuffs. Chem. and Ind. 28, 973-979.
- George, L. P., E. G. Carl and F. L. Lawrence, (1952): Laboratory Manual for General Bacteriology, 4th Ed. 277-279
- Harrigan, W. F. and E. M. Margaret(1966): Laboratory Methods in Microbiology. Academic Press, London and New York.,

- 8—9.
- Horie S. (1973): Bacterial flora of sea fish. *Modern Media*, 19(5), 9—20.
- Kiser, J. S. and T. D. Beckwith, (1942): Effect of fast freezing upon bacterial flora of mackerel. *Food Res.*, 7, 255—259.
- Kiser, J. S. (1944): Effects of temp. approximately 0°C upon the growth and biochemical activities of bacteria isolated from mackerel. *Food Res.*, 9, 257—267
- 駒形和男・小川博望・勝玉 登(1964): 市販冷凍食品の微生物分布. *食品衛生學雜誌* 6(6), 441—446.
- 石坂音治(1969): 微量擴散分析試驗法, 南江堂, 13—17.
- Love, R. M. (1955): The Expressible Fluid of Fish Fillets I—Nucleic acid as an index of cell damage in fillets frozen from both sides. *J. Sci. Food Agric.*, 6, 30—37.
- Love, R. M. (1958a): Studies on Protein Denaturation in Frozen Fish. III. -- The Mechanism and Site of Denaturation at Low Temperature. *J. Sci. Food Agr.*, 9, 609—617.
- Love, R. M. (1958b): The Expressible Fluid of Fish Fillets. VIII. -- Cell Damage in Slow Freezing. *J. Sci. Food Agr.*, 9, 257—262.
- MacCallum, W. A., D. A. Charker, W. J. Dyer and D. R. Idler. (1967): Effects of Water & Dielectric Thawing Processes on Shelf Life of Double-Frozen Cod and Redfish. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 24(1), 127—144.
- 松本重一郎(1972): タンパク質の變性, 食品保藏, 櫻井芳人, 滿田久輝, 紫崎一雄編, 朝倉書店, 東京, 7版, 329—355.
- 水野重樹(1971): 核酸の一般的分離・定量法, 東京大學出版會, 第2刷, 56—60.
- 村治哲男(1974): 眞空法による冷凍食品の解凍, 食品と科學, 16(10), 112—116.
- 村治哲男・小嶋秋夫(1975): 眞空解凍装置による食品の解凍曲線, 冷凍, 50(550), 273—277.
- Ogur, M. and G. Rosen (1950): The nucleic acids of plant tissues. I The extraction and estimation of deoxypentose nucleic acid and pentose nucleic acid. *Archives of Biochem.*, 25, 262.
- 朴榮浩・姜泳胤(1974): 명태肉質의 冷凍變性 防止에 關한 研究, 釜山水大研報 14(1), 43—51
- 姜泳胤・朴榮浩(1975): 再凍結 명태肉의 冷凍變性에 미치는 縮合磷酸鹽處理의 効果에 對하여, 韓水誌 8(1), 37—45.
- Peters J. A., W. A. MacCallum, W. J. Dyer, D. R. Idler, J. W. Slavin, J. P. Lane, D. I. Fraser and E. J. Laishley (1968): Effect of Stage of Rigor and of Freezing-Thawing Processes on Storage Quality of Refrozen Cod. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 25(2), 299—320.
- Shewan, M. (1959): A review of the microbiology of frozen and cured fishery products. Swedish Institute for Food Preservation Research. Göteborg No. 100, Chap. 2, 1—18.
- 島川順二(1972): 低溫と惡變, 食品保藏, 櫻井芳人, 滿田久輝, 紫崎一雄 編著, 朝倉書店, 東京, 7版, III. 69—92.
- 鈴木たねこ(1964): 凍結による 魚肉タン白の變性. *日水會誌*, 30(9), 792—800.
- 田元馨・福見 徹・中村全良・木田健治・秀里尊壽 (1968): 水産物の 冷凍冷蔵に 關する研究. IV. スケトウダラフィレーの冷凍 (1), *日北水試月報* 25(12) 508—523.
- 田元馨・福見 徹・中村全良・木田健治・秀里尊壽 (1969): 水産物の 冷凍冷蔵に 關する研究. V. スケトウダラフィレーの冷凍 (2). *日北水試月報*, 26(1), 542—559.
- 田元馨・秀里尊壽(1970): 水産物の 冷凍冷蔵に 關する 研究, VII. スケトウダラフィレーの冷凍速度と品質について(3), *日北水試月報* 27(4), 108—126.
- Tominlson, N., S. E. Geiger and E. Dollinger (1966): Free drip, Flesh pH, and Chalkiness in Halibut. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23(5), 673—680.
- 吉岡慶子(1975): 各種解凍條件が 凍結鯨肉の 品質に及ぼす 影響について, *日食工會誌*, 22, (5), 193—198.