



冷凍煉肉 원료로서 沿近海産 魚類의 加工適性 調査研

Studies on the Adaptability for Frozen Fish Meat Paste Processing of the Fishes Caught in Korean Coastal Off-Shore Sea

柳 志 東*
Ryu, Ji-Dong

李 聖 甲**
Rhee, Seong-Kap

- I. 서론
- II. 연구내용 및 방법
- III. 결과 및 고찰

Abstract

Alaska pollack (*Theragramma*), mackerel (*Scomber japonicus*), yellow corvenia (*Pseudoscianca manchurica*) were dressed, and then meat was separated from the other parts through a fish meat separator. After dehydration, the meat was ground with a silent cutter, packaged in polyethylene bags, and stored at -15°C for 120 days.

Samples were taken at regular intervals throughout the storage period and investigated for changes in quality characteristics such as the amounts of nitrogenous compounds, degree of lipid oxidation, fatty acid composition, and organoleptic factors.

The results obtained in this study were as follows;

1. The volatile basic nitrogen[VBN] contents of Alaska pollack, mackerel, and yellow corvenia meat pastes increased from 14.4, 11.2 and 10.8mg% to 41.6, 38.3 and 40.6mg%, respectively during a 120 days storage period, whereas the trimethylamine oxide nitrogen [TMAO-N] contents decreased from 117.2, 12.8 and 17.2mg% to 40.3, 2.6 and 7.1mg% during the same period.
2. The TBA value of the mackerel meat paste showed a maximum peak after 60 days, and then decreased gradually, whereas the TBA values of the alaska pollack and yellow corvenia meat pastes increased steadily during the same period. The acid values of the meat pastes increased during the storage period, while the iodine values decreased.

* 국립 한경대학교 대학원 식품공학과, 육군특전사 소령

** 식품기술사, 농학박사, 국립 한경대학교 이공대학 식품공학과 교수, 학장, 한국기술회 이사, 분회장, 홍보위원.

3. The fatty acid composition of the total lipid of the meat pastes changed considerably during the 120 days storage period : Saturated fatty acids in the total lipid such as myristic, palmitic, and stearic acid increased, while unsaturated fatty acids such as linoleic, gadoleic, eicosapentaenoic, erucic and docosahexaenoic acid decreased steadily. The initial percentage contents of the unsaturated fatty acids in the total lipid of the Alaska pollack, mackerel, and yellow corvenia meat pastes were 87.2%, 63.9% and 75.9% respectively. However, the contents decreased to 46.0%, 42.5% and 51.3% after the 120 days storage period.
4. The color of the meat pastes changed gradually into dark brown. L values of the meat paste measured with a tristimulus colorimeter decreased steadily during the storage period, while a and b values increased during same period.
5. Judging from the results of organoleptic evaluation on the fish odor, color and overall acceptability, significant difference were found between the odor and color of the mackerel and those of the yellow corvenia meat pastes. Overall acceptability score of yellow corvenia was higher than that of Alaska pollack or mackerel meat pastes.

I. 서론

수산물은 일부 양식업을 제외하고는 일정한 해역과 시기에 어획할 수 없기 때문에 계획생산이 어렵고 어육의 성분이 육상동물의 육에 비하여 수분이 많고 조직이 연약하여 세균에 의한 부패가 빨리 일어난다. 그뿐 아니라 어육의 지질은 일반 육류에 비해 불포화지방산 함량이 더 크며⁽¹⁻⁴⁾, 따라서 불포화도가 높으므로 쉽게 산화, 부패하기 쉽고 그 결과 이미, 이취, 육의 변색등이 일어나기 쉽다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 하나의 방법으로 저온저장기술이 개발되어 어획되는 시기와 장소에 구애됨이 없이 원료육의 저장수명을 연장하여 이용시기와 소비범위를 넓히려는 노력이 이루어져 왔다. Pawar등⁵⁾은 어육의 저장중 선도 변화의 지표로서 trimethylamine-nitrogen(TMA-N), volatile basic nitrogen(VBN)의 함량을 조사 하였던 바 저장기간이 길고 선도가 저하됨에 따라 이 두 물질의 양이 증가하였다고 보고 하였다. Beatty와 Watson등⁶⁾

은 이상의 사실들은 어육속에 함유된 trimethylamine oxide(TMAO)가 환원되어 TMA-N를 생성하고 이 물질이 어취를 형성하며 또한 저장중의 NH₃, TMA-N, DMA-N(dimethylamine-nitrogen)등의 생성에 의해서 VBN도 선도 저하와 더불어 증가 한다고 보고 하였다. Nakayama 등⁸⁾은 돔발상어 등의 8종의 어류를 -20°C에서 저장시 지질의 산화에 의한 monoaldehyde생성량을 조사한 결과 저장 4개월까지는 계속 증가 추세를 보이다가 저장 5개월 이후에는 오히려 감소함을 보고 하였으며, Lee들⁹⁾도 비슷한 결과를 보고하고 있다.

Moerck와 Ball,Jr¹⁰⁾은 이러한 TAB가(價)의 감소 원인은 육표면에 존재하는 미생물들이 자동산화에 의해서 형성된 malionaldehde와 dicarbonyl화합물들을 분해하기 때문이라고 보고하고 있다. Wada등¹²⁾은 각종 어류에서 얻은 어육을 0°C 이하에 저장하면서 저장중 유리지방산가와 옥도가를 조사한 결과 어육의 지방질은 불포화도가 높음으로 쉽게 산화되어 유리지방산의 양은 증가



하고 반면 옥도가는 점차 감소하였다고 보고하고 있다. 또한 Deng등¹⁴⁾은 송어 fillet의 동결저장중 산화억제에 대한 화학적 처리방법을 연구하는 과정에서 송어를 monotertiarybutyl hydroquinone (TBHQ), disodium ethylenediamine tetraacetate(Na₂EDTA)와 ascorbic acid 등의 산화억제 효과를 조사한 결과, 그 산화억제작용에 있어서 ascorbic acid 처리가 유효하였고 특히 ascorbic acid와 TBHQ의 혼합처리가 가장 좋았다고 보고 하였다. Tarr¹⁵⁾은 NaCl 및 NaNO₂ 처리가 동결어육의 지질산화를 오히려 촉진한다고 주장하였고 Heen 등¹⁶⁾은 어육동결저장중의 산패의 원인은 근본적으로 고도불포화지방산의 자동화산화에 기인하며 이러한 불포화지방산은 산소에 대해 아주 민감하게 반응한다고 보고하였다. 또한 많은 연구자들이 다지방 어류의 산패(酸敗) 측정법으로 자동산화 생성물인 hydroxide의 양은 조사하였으나 그 측정치는 관능검사에 의한 산패도(酸敗度)결과와 전혀 상관관계가 없었다고 보고하였다. Babbitt와 Maxpatashnok 등¹⁷⁾은 BHT의 농도별 첨가에 의한 어육내의 지방질성분에 대한 항산화효과를 조사하기 위해 저장중 과산화물가(POV)와 malonaldehyde 함량을 조사하였고, Shono 등¹⁹⁾은 GLC를 이용하여 어육의 구성지방산중 DHA의 감소율을 측정할 결과 저장이 길어짐에 따라 계속적으로 증가하였으며 이 사실은 불포화 지방산의 산화에 의한 것으로 보고 하였다. Award 등²⁰⁾과 Swant 등²¹⁾들은 각각 어육 저장중의 단백질의 변성 및 아미노산 조성의 변화를, King 등²²⁾은 지방질 산패 및 관능검사에 의한 각종 평가치를 조사하였고, Manger 등²³⁾은 어육의 동결저장중 수분, 단백질, 아미노태질소량의 변화를 조사한 연구결과가 있다. 또한, Soliman과 Suenouda²⁴⁾는 동결저장중의 단백질 변성과 조직의 열화 현상의 여러요인, 수분은 얼

음 결정의 형성과 탈수, 지방질의 산화와 가수분해에 의한 유리지방산의 형성, 그리고 효소 작용으로써 TMAO-ase에 의한 전반적인 품질저하했다고 보고하고 있다. 국내에서도 수산물의 지방질 성분, 그리고 건어물의 가공 및 저장중의 지방질 변화에 관해서는 많은 연구 보고가 있으나 어육의 동결저장중 선도의 변화 및 지방질의 산화에 대한 연구는 안(安) 등²⁵⁾의 연구가 있는데 이는 고등어 어육의 저장중 Ascorbic acid, NaCl 처리가 지방질 산화에 미치는 영향을 조사한 결과로 NaCl 첨가가 지방질의 산화를 오히려 촉진했다고 보고 하였다. 또한 동결에 의해서 지방질 뿐만 아니라 어육의 물리적, 조직적인 성상이 크게 변화됨으로써 품질저하를 가져온다는 사실은 이미 잘 알려져 있다. 특히, 어육이나 그 가공품의 품질은 어획시기, 어체의 크기, 원료어의 성별, 발육시기, 동결방법 등에 의해 같은 어종이라도 큰 차이가 있다고 보고 되었다. 그러나 어육 연제품 원료용 냉동고기품의 저장중 품질 변화에 관한 연구보고는 없어 본 실험에서는 수산가공용 어류중에서 다확성이고 가공이용율이 낮은 고등어와 고기품(燻肉)용 황석어, 명태 등 3종의 어류로 고기품을 제조하여 -15°C에서 120일간 냉동저장하면서 주기적으로 저장기간에 따른 어종별 선도, 지방질의 산패도 및 지방산의 조성, 냄새와 색택 등의 품질특성 변화등 가공적성을 조사연구하여 계획생산이 불가능한 이들 원료어종을 활용한 연제품생산 여부와 이를 이용한 어묵, 어육소시지, 맛살등 연제품의 원료로서의 타당성 검토를 위하여 본 실험을 실시하였다.

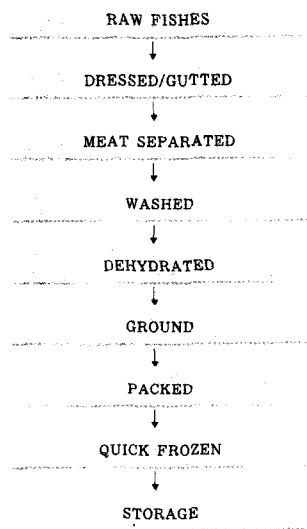
II. 연구내용 및 방법

1. 실험재료 및 처리
가. 실험재료

1997년 12월 20일 노량진 수산시장에서 선도가 양호한 명태, 고등어, 황석어 등 3종의 원료어를 구입하여 본 실험의 시료로 사용하였다.

나. 시료처리 및 저장

빙장(氷藏)상태로 실험실 까지 운반한 원료어를 <그림. 1>과 같은 방법으로 저장시료용 냉동고기풀을 제조하였다. 즉 원료어의 내장 및 두부를 제거하고 filletting한 후 roll식 채육기를 이용하여 채육 한 다음 빙수로 수세 하였다. 수세한 육을 탈수 하여 솔비톨 3%, 인산염 0.2%를 첨가하여 고기갈이 한 후 polyethylene에 충전하였다. 충전된 육은 곧 냉동 pan에 담아 contact freezer에서 -35°C 로 급속동결시킨 후 -15°C 에 저장하면서 그 일부를 시료로 사용하였다.



(Fig. 1) A flow diagram of fish meat paste processing.

2. 실험방법

가. 일반성분 및 pH

고기풀시료의 저장 직전의 수분함량은 상압가열건조법, 단백질은 Kjeldahl법, 지방은 soxhlet법, 전당은 smogyi법, 회분은 건식 회화법으로 각각 측정하였다. 한편, pH는 시료 고기풀 5g에 5배량의 증류수를 가하여 waring blender로 균

질화한 후 pH meter로 측정하였다.

나. 선도의 측정

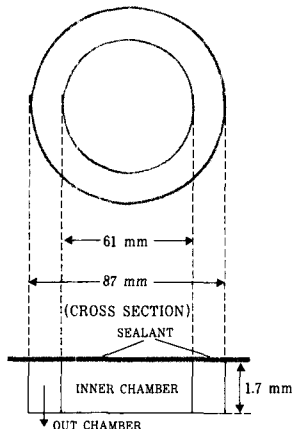
1) 시료 추출액의 제조

즈끼야마(順山)의 방법³⁰⁾에 따라 시료 추출액을 조제하였다. 즉, 시료 고기풀 10g에 증류수 40ml를 가하고 waring blender로 균질화 한 다음 시험관에 넣고 교반하면서 30분간 방치한 후 trichloroacetic acid(TCA)용액 10ml를 가하여 다시 10분간 방치한 다음 3,000rpm에서 20분간 원심분리하였다. 그다음 상등액을 취한 후 나머지 잔사에 TCA용액 20ml를 가해 같은 방법으로 상등액을 취해 처음 상등액과 합하여 증류수로 100ml를 만들어 volatile basic nitrogen(VBN), trimethylamineinoxidenitrogen(TMAO-N), Trimethylamine nitrogen(TMA-N)의 분석용 시료 추출액으로 사용하였다.

2) VBN, TMAO-N 및 TMA-N함량의 측정

이들 함량의 측정방법은 산케이(山形)³¹⁾의 방법에 따라 conway unit<그림 2>를 이용한 micro diffusion method로 측정하였다. 즉 먼저 conway unit의 내실에 1% boric acid용액 1ml를 가하고 외실에 포화 K_2CO_3 용액 1ml와 TCA로 추출한 시료액 1ml를 가하였다. 그 다음 뚜껑을 밀봉시켜 37°C 에서 90분간 방치한 후 1/100 N HCl용액으로 적정하여 VBN함량을 구하였다. 한편, unit 내실에 N/150 HCl용액 1ml을 주입하고 시료 추출액 2ml를 시험관에 취하고 1% trichlorotitanium(TCT)용액 10ml를 가하여 혼합한 후 80°C 의 water bath에서 TCT의 적자색이 소실될 때까지 가열하여 시료의 추출액 중 TMAO를 TMA로 환원 시켰다. 이어 이 혼합액을 냉각하고 그 중 1ml를 취하여 unit의 외실에 주입하였다. TMA 정량의 경우는 환원처리하지 않은 시료 추출액 1ml를 그대로 외실에 주입하였다. 다음 외실에 formaldehyde 용액 1ml

를 가하고 곧 conway unit를 밀폐하여 37°C에서 90분간 둔 다음에 내실의 N/150 HCl용액을 N/70 boric acid용액을 적정하여 총 TMA 함량을 구하였다. 다음 이 측정치에서 처음(환원처리하지 않은 시료액)중의 TMA량을 빼함으로써 TMAO 함량을 구하였다.



(Fig. 2) Conway unit for the measurement of volatile basic nitrogen, trimethylamine nitrogen, and trimethylamineoxide nitrogen contents of fish meat pastes.

3) 지방 산패도 측정

가) 시료 지방 추출

Folch 등³²⁾의 방법에 따라 시료중의 지방을 추출하였다. 즉 시료 고기풀 100g에 500ml의 CHCl₃ - CH₃ OH혼합액(2:1 v/v%)을 가하고 동량의 무수 Na₂SO₄ 첨가후 주기적으로 교반, 암소에 하룻밤을 방치하여 탈수 하였다. 이 추출액을 흡인여과하여 그 여액을 40°C에서 감압하에 용제를 제거한 후 분액 깔때기에 옮겨 여기에 5배량의 에테르와 소량의 물을 가하고 격렬히 흔들여 지방질을 에테르 층으로 이행 시켰다. 그 다음 여기에 0.58% NaCl용액을 소량 가하여 세척한 후 여과하여 잔사와 여액을 분리 하였다. 여액의 에테르 층을 감압하에 제거하여 남은 지방 추출물을 시료로 사용하였다.

나) TBA가 측정

시료 지방의 TBA value는 Turner의 방법³³⁾

으로 측정하였는데 즉 시료 고기풀 5g을 취해 2M H₃PO₄에 용해 시킨 후 20% TCA 용액 5ml와 0.01M TBA용액 10ml를 가하여 water bath상에서 30분간 가열한 후 냉각 시켰다. 그 다음 isoamyl alcohol과 pyridine의 혼합용액(2:1 v/v%) 15ml를 가하여 발색 시킨 후 2,400rpm에서 15분간 원심분리 하였다. 이와 같이 얻은 상등액을 파장 538mμ에서 흡광도를 측정 하였다.

다) 산가의 측정

시료의 산가는 A.O.A.C법³⁴⁾에 따라 측정 하였으며 즉 시료 유지 2g에 ether-ethanol 혼합용액 20ml를 가하여 녹인 후 1% phenolphthalein 용액 2~3방울 가하고 0.1 N KOH-ethanol용액으로 적정하여 산가를 계산 하였다.

라) 요도가 측정

시료의 요도가 도 A.O.A.C법³⁵⁾에 따라 측정 하였는데 즉 시료유지 30mg을 삼각 플라스크에 취하고 chloroform용액 10ml를 가하여 녹인 후 Wiji시약 25ml를 가하고 흔들어 냉암소에 3시간 방치 하였다. 그 다음 10% KI용액 20ml와 증류수 200ml를 가하고 0.5N Na₂S₂O₃ 용액으로 측정하여 여기서 얻은 적정치와 black 시험의 적정치로서 요도가를 구하였다.

4) 구성 지방산의 분석

Folch 등³²⁾의 방법으로 추출한 고기풀의 지방질 300mg을 취하여 benzen 3ml와 0.5N-NaOH/MeOH 7.5ml를 가한 후 120~130°C의 sand bath에서 30분간 검화 시켰다. 그 다음 14%-BF₃/MeOH 7.5ml를 천천히 가하고 30분간 가열하여 fatty acid methylester를 얻었다. 한편 플라스크 내의 내용물을 분액여두에 옮긴 다음 증류수 25ml로 세척하여 다시 n-hexane 35ml로 플라스크를 씻어 분액여두에 옮기고 진탕 후 정치하여 약 1g의 무수 Na₂SO₄가 들어있

는 삼각 플라스크에 상층의 hexane층을 받았다. 수용액은 다시 분액여두에 옮기고 hexane 35ml로 세척하여 상기와 동일한 방법으로 남아 있는 지방산에스터를 추출하였다. 3차 추출시에는 25ml의 hexane을 사용 하였다. 이때 사용한 장치와 가동조건은 <표 1>과 같았다. 각 지방산에스터의 relative retention times를 표준 capric acid, lauric acid, myristic acid, palmitic acid, stearic acid, palmitoleic acid, oleic acid, linoleic acid, decosahexaenoic acid의 retention time과 비교하여 지방산 methylester를 동정 하였다. 한편, 각 지방산에스터의 전체 지방산에스터에 대한 퍼센트 함량은 각 크로마토그램의 peak 면적에 대한 적분기 판독법으로 구하였다.

<Table 1> Instrument and operating condition used for the gas chromatographic analysis

Instrument	Gas chromatograph Tracer 550
Column	1/8"×20' nickel column with 15% DEGS
Detector	FID
Inlet temp.	150°C
Outlet temp.	180°C
Detector temp	230°C
Carrier gas	N, flow rate 40ml per min
Chart speed	0.25 cm per min

5) 시료 고기풀의 색상 변화 측정

어종별 고기풀의 저장기간에 따른 색상의 변화를 조사하기 위하여 시료 고기풀 20g에 증류수 30ml를 가하여 균질화 한 다음 일정기간 마다 Gardner X-L10 Series A digital tristimulus colorimeter(Gardner L, a, b inc. U.S.A)로 색상 특성 즉 L, a, 및 b 값을 측정하였다.

White standard No.1537 A(L=91.4, a=-1.5, b=0.8)를 표준으로 하여 시료 고기풀의 L, a, 및 b 값을 구하였다.

여기서 L, a, 및 b 값은 다음과 같은 성질을 나타낸다.

L : L치의 증가는 밝은색, 감소는 어두운 색

의 강도를 나타냄.

a : a치의 증가는 빨간색, 감소는 녹색의 강도를 나타냄.

6) 관능검사

동결 저장중인 각 어종별 시료 고기풀의 일정기간 마다 50g씩 취하여 해동 후 5명의 pannel member가 주로 산패취에 의한 냄새(fish odor)와 색택을 각각 평점법으로 평가 하였다. 그 다음 이 고기풀에 전분, M.S.G, 식염을 일정 배합비로 혼합, 가열 조리 한 후 전체의 acceptability를 역시 평점법으로 평가 하였다. 한편, 본 관능검사에 사용한 관능요인들의 평점기준은 각각 <표 2>, 및 <표 3>에 표시한 바와 같다.

<Table 2> The hedonic scores used for the sensory evaluation of the fish odor and color of the fish meat paste

Fish odor		Color	
Concept	Scores	Concept	Scores
Absent	5	Excellent	5
Slight	4	Good	4
Moderate	3	Fair	3
Strong	2	Poor	2
Very strong	1	Very bad	1

<Table 3> The hedonic scores used for the sensory evaluation of overall acceptability of the frozen fish meat paste

Concept	Scores
like extremely	7
like much	6
like slightly	5
neither like or dislike	4
dislike slightly	3
dislike much	2
dislike extremely	1

III. 결과 및 고찰

1. 원료 고기풀의 일반성분

원료어로 사용한 명태(Alaska pollack), 고등어(Mackerel), 황석어(Yellow corvenia)의 평균

논문

체장 및 중량의 측정 결과는 <표 4>와 같다.

<Table 4> Legends of the raw fishes

Fishes	Average Size and Weight	
	Body length(cm)	Body weight(g)
Alaska pollack	30.3	294.7
Mackerel	32.9	442.5
Yellow Correnia	15.2	141.2

이 원료어로 만든 고기풀의 일반성분 분석 결과 및 그 pH는 <표 5>와 같다.

수분의 함량을 <표 5>에서 보면 79.6% - 81.5%의 범위로 고등어가 낮은 함량인 반면, 명태고기풀이 가장 높았다. 고기풀의 지방함량은 명태가 0.6%, 황석어는 2.7%, 고등어가 4.8%로 나타나 다지방 어종인 고등어가 가장 높았다. 지방 함량이 높으면 상대적으로 수분의 함량이 낮아 지방질과 수분의 관계는 역의 관계를 가지고 있었다. 한편 pH를 조사한 결과 지방질 함량이 낮을수록 낮은 pH값을 보였다.

<Table 5> Percentage composition and pH of the fish meat paste unit:%

Fishes	Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohydrates	Ash	pH
Alaska pollack	81.5	16.5	0.6	0.1	1.1	6.7
Mackerel	79.6	14.0	4.8	0.3	1.3	6.1
Yellow corvenia	80.5	15.7	2.7	0.1	0.9	6.4

2. 선도의 변화

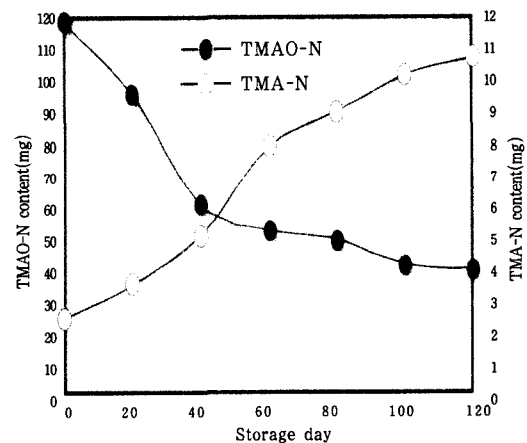
고기풀의 저장중 선도 변화를 20일 간격으로 조사한 결과는 각각 <표 6> 및 <그림 4>, <그림 5>와 같다. <표 6>에서 볼 수 있듯이 VBN량은 저장직전에는 명태가 14.4mg%, 고등어는 11.2mg%, 황석어는 10.8mg%였으나 저장기간

<Table 6> Variation of volatile basic nitrogen contents of the fish meat pastes with storage time at -15°C unit:mg%

Fishes	Storage days						
	0	20	40	60	80	100	120
Alaska pollack	14.4	17.2	4.4	27.22	30.6	35.4	41.6
Mackerel	11.2	16.3	21.4	24.8	29.5	32.2	38.3
Yellow corvenia	10.8	14.2	18.7	24.3	30.4	33.4	40.6

이 길어질수록 그 양은 증가되어 저장 120일 후에는 각각 41.6mg%, 38.3mmg%, 및 40.6mg%가 되었다.

저장기간이 길어짐에 따라 선도는 저하되고 선도의 저하와 함께 VBN의 량도 증가함을 알 수 있었다. 한편, 이 VBN함량의 대부분은 NH₃에서 일부는 TMA-N과 DNA-N(dimethylamine nitrogen)에서 유리되어 나오는 것으로 알려져 있다. Tanikawa와 Akiba⁴⁰⁾는 일반어류의 경우 그 신선육의 VBN함량은 20mg%이하여야 한다고 보고하였고 역시 Lucke와 Geidel⁴¹⁾은 그 함량이 30mg% 이상이 어육은 일반적으로 부패 초기단계 라고 주장하였다. 본 실험의 경우, 3어종 고기풀 모두 저장 80일 로서 VBN 함량이 30mg% 이상으로 증가한 것으로 나타났다. 또한 저장기간중 명태, 고등어 및 황석어 고기풀의 TMAO-N 및 TMA-N 함량의 변화는 각각 <그림 3>, <그림 4> 및 <그림 5>와 같다. <그림 3>에서 명태 고기풀의 초기 TMAO-N 함량은 117.2mg%로 높게 나타났으나 저장중 감소하여 저장 60일 후에는 52.3mg%로 절반으로 줄었고 120일 저장으로 40.3mg%까지 감소 하였다.

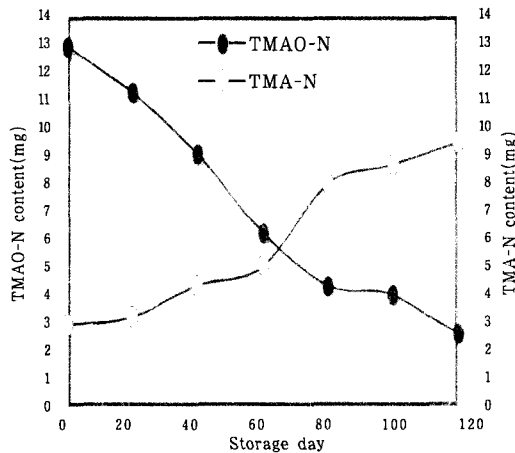


<Fig. 3> Variation of TMAO-N and TMA-N contents of the Alaska pollack meat paste with storage time at -15°C

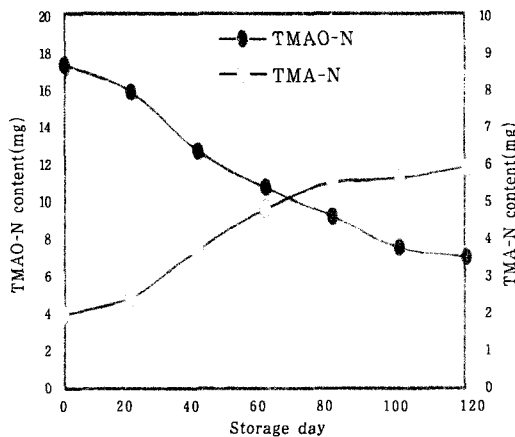
반대로, TMA-N함량은 초기에 2.47mg% 이

던 것이 저장기간이 길어짐에 따라 점점 증가하여 120일 저장으로 10.7mg%가 되었다. <그림 4>와 <그림 5>에서 고등어, 황석어 고기풀의 TMA-N 함량은 저장기간중 명태와 같이 계속 증가 하였고, 반면 TMAO-N함량은 계속 감소 하였는데, 그 증소량은 원료 어종에 따라 상당한 차이가 있었다. 고등어는 저장직전의 TMAO-N 및 TMA-N 함량은 12.8mg%와 2.08mg%로 안 등⁵⁾의 측정값과 비슷한 수준을 나타냈으며 120일 후에는 각각 2.6mg%와 9.5mg%를 보여주었다.

한편 황석어의 경우 TMAO-N함량은 저장초



(Fig. 4) Variation of TMAO-N contents of the mackerel meat paste with storage time at -15°C



(Fig. 5) Variation of TMAO-N and TMA-N contents of the yellow corvenia meat paste with storage time at -15°C

기에 17.2mg% 였으나 저장 60일 후에는 10.7mg%, 120일 후에는 7.1mg%로 감소하였다. TMA-N 함량은 저장초기에는 1.95mg%, 저장 60일 후에는 4.8mg%, 120일 후에는 5.9mg%로 나타나 저장기간이 길어질수록 TMAO-N함량은 계속적으로 감소 하였고 TMA-N 함량이 반대로 계속 증가하였다.

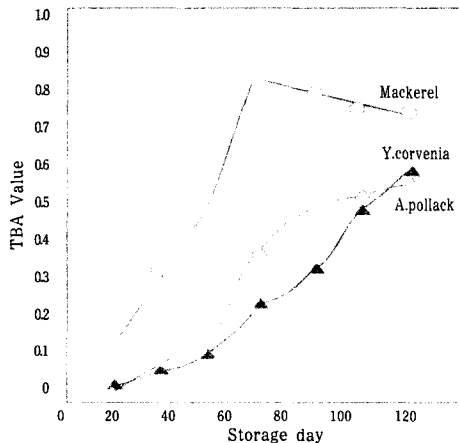
저장중 TMAO-N함량의 감소 현상과 TMA-N 함량의 증가 현상에 대해 Yamada등⁴⁴⁾은 어육에 존재하는 TMAO-N이 TMAO ase에 의하여 TMA등으로 분해 되기 때문이라고 보고하고 있다. Tozawa등⁴⁵⁾은 원료어로서 사용 가능한 어육내의 TMA-N 함량의 한계치를 10mg%로 보고 그 이상이 되면 그 어육은 원료로서 사용할 수 없다고 보고 하고 있어 본 실험치는 120일 저장시 TMA-N함량은 명태가 10.7mg%, 고등어가 9.5mg%, 황석어가 11.7mg%로 명태와 황석어는 Tozawa등이 제시한 한계치 10mg%보다 높아 원료연육으로 사용이 가능하였으나 다지방 어류인 고등어의 경우는 사용불가능한 것으로 판단 되었다.

3. 저장중 고기풀의 지방 변화

어종별 고기풀의 저장중 TAB가, 산가, 및 요도가의 변화는 <그림 6> 및 <표 7>과 같다. <그림 6>을 볼 수 있듯이 TAB가는 고등어가 저장 60일로 최고치로 되고 그 후 약간 감소를 보였는데 이러한 경향은 생성된 malonaldehyde가 단백질 등과 같은 다른 성분들과 반응하여 감소되는 것으로 Sinhuber 등⁴⁶⁾은 보고하고 있다. 고기풀의 TAB가 저장중일정기간까지는 증가하다가 이후 점차 감소는 시료 및 저장조건에 다소 차이는 있으나 많은 연구자들에 의해 보고되고 있다. 명태와 황석어의 경우, 저장중의 TAB가의 변화의 폭은 다르지만 감소하지 않고 계속 증가하는 추세를 보였다. 명태는 저장60일 까지는 급속한



증가 현상을 보였고 그 이후에는 그 증가폭이 완만한 반면 황석어는 TAB가 계속 꾸준히 증가하였다. Andersson 등⁴⁹⁾은 청어 fillet를 -20°C에서 저장하였을 때 그 지방질의 TAB가 계속 증가하였다고 보고하였고 또한 Koizumi 등⁵⁰⁾은 다랑어와 넙치를 상대습도를 조절하면서 35일간 저장했을 때 그 지방질의 TAB가 계속 증가하였다고 한다. 이와같이 원료어종, 그리고 가공 조건에 따라 지방질의 TAB가 변화는 단순하지 않은 듯 하다.



(Fig. 6) Variation of TBA value of the fish meat paste with storage time at-15°C

〈표 7〉은 3어종으로 만든 고기풀 지방질의 저장중 산가와 요도가의 변화를 보면 고기풀의 지방질은 다 같이 산가의 증가와 옥도가의 완만한 감소가 일어났으며 이 사실로 보아 저장 전기간을 통하여 지방질의 자동산화는 계속됨을 알 수 있었다.

저장초기의 산가는 2.2meq/kg, 고등어가 1.9meq/kg, 황석어는 2.5meq/kg였으나 120일 저장으로 각각 7.4meq/kg, 6.8meq/kg, 7.7meq/kg으로 증가하였다.

3개 어종 고기풀의 요도가의 변화는 〈그림 6〉에서 보면 3시료의 경우 저장기간중 계속 완만하게 감소하였는데 일반적으로 옥도가는 그 생물이

생육하는 환경온도가 높을수록 낮고 한냉한 환경에 생육하는 것일수록 높은것으로 알려져 있다.

요도가를 〈표 7〉에서 보면 한냉성 어종인 명태의 고기풀은 옥도가가 190.3로 가장높고, 황석어는 162.4, 고등어는 145.2로 나타나 한냉성 어종일수록 지방질의 불포화도가 높음을 알 수 있었다.

동결 저장중인 육류 또는 그 가공품의 산패 현상에 대해 Award 등⁵³⁾은 근육 지방질 자동산화가 진행되는 동안 형성된 Carbonyl화합물의 축적 현상에 기인 되는 듯 하다고 보고하고 있다.

〈Table 7〉 Variation of acid values and iodine values of the fish meat paste with storage time at-15°C

Storage days	Acid Value			Iodine Value		
	A*	M**	Y***	A	M	Y
0	2.2	1.9	2.5	190.3	145.2	162.4
20	2.8	2.7	3.2	182.4	142.7	156.3
40	3.5	3.5	4.7	178.5	138.2	153.6
60	4.2	3.8	5.8	170.3	124.4	146.7
80	6.3	4.2	5.9	169.2	110.2	140.2
100	7.2	5.7	6.2	162.4	112.0	134.7
120	7.4	6.8	7.7	158.7	109.0	133.4

where A*: Alaska pollack

M**: Mackerel

Y***: Yellow corvenia

4. 지방산 조성의 변화

동결 저장한 시료 고기풀 지방질의 저장기간에 따른 지방산 조성을 GLC를 이용하여 분석한 결과는 〈표 8, 9〉 및 〈표 10〉과 같다.

표에서 명태의 주요 지방산 조성을 보면 18:1산이 22.3%, 22:1산은 12.7%, 16:0 및 20:1산이 각각 12.2%였고 고등어는 16:0산이 24.7%, 18:1산은 15.8%, 22:6은 14.1% 그리고 20:1산이 11.8%, 순으로 높게 나타났으나 황석어는 18:1산이 26.5%로 가장 높게 나타났고 그 다음이 16:0으로 13.1%, 22:1산이 13.0%, 20:1산이 12.4%의 순으로 나타났었다.

3개 어종의 고기풀에서 10:0 및 12:0 산의 함량은 다같이 흔적 정도로 매우 적었다. 또한 황

석어와 명태고기풀의 지방질 가운데 다 같이 18:1 산의 함량이 가장 높았으며 고등어 고기풀의 경우에는 16:0 산의 함량이 가장 높았다. 한편, 고기풀의 저장중 18:1, 20:1, 22:6 산 등의 불포화 지방산의 함량은 저장기간이 길어짐에 따라 점차적으로 감소 하였고, 반면 14:0, 16:0, 및 18:0은 계속 상대적으로 그 함량이 증가 하였

(Table 8) Variation of percentage fatty acid composition of the extracted lipid of the alaska pollack meat paste with storage time at -15°C

Fatty acids	Storage days				
	0	30	60	90	120
10:0	tr*	tr	tr	tr	tr
12:0	tr	tr	tr	tr	tr
14:0	4.8	5.2	6.3	8.5	8.7
16:0	12.2	14.3	17.7	25.4	36.5
16:1	7.9	7.4	6.8	5.2	5.0
18:0	2.8	4.2	5.7	8.8	10.2
18:1	22.3	27.3	30.4	28.7	27.7
18:2	1.6	1.2	0.7	0.5	0.3
20:1	12.2	11.4	8.3	7.4	5.3
20:5	11.8	9.3	7.2	4.2	2.4
22:1	12.7	11.2	11.5	7.3	4.5
22:6	9.7	7.6	6.3	4.2	1.6

tr* : trace amount

(Table 9) Variation of percentage fatty acid composition of the extracted lipid of the mackerel meat paste with storage time at -15°C

Fatty acids	Storage days				
	0	30	60	90	120
10:0	tr*	tr	tr	tr	tr
12:0	tr	tr	tr	tr	tr
14:0	6.5	5.9	6.8	7.2	7.9
16:0	24.7	28.4	33.7	37.5	43.2
16:1	6.4	6.0	5.7	6.2	5.4
18:0	3.4	4.7	4.8	6.4	6.7
18:1	15.8	15.3	19.2	19.0	18.3
18:2	0.7	0.6	0.5	0.6	0.4
20:1	11.8	10.5	8.4	6.7	6.5
20:5	7.7	6.3	5.3	5.2	3.9
22:1	14.1	13.7	11.4	8.7	7.4
22:6	7.5	6.3	5.4	2.5	0.6

tr* : trace amount

다. 이러한 현상은 불포화 지방산이 산화되어 감소 되었기 때문으로 해석할 수 있으며 또한 불포화도가 높은 지방산 일수록 감소 속도가 빠른 것으로 나타났다. 포화지방산은 명태지방 중 14:0 산은 저장 초기에 4.8%, 16:0 산은 12.2%, 18:0 산은 2.8% 였던 것이 저장 120일로 각각 8.7%, 36.5%, 10.2%로 상대적으로 증가 하였다.

(Table 10) Variation of percentage fatty acid composition of the extracted lipid of the yellow corvenia meat paste with storage time at -15°C

Fatty acids	Storage days				
	0	30	60	90	120
10:0	tr*	tr	tr	tr	tr
12:0	tr	tr	tr	tr	tr
14:0	7.2	8.4	9.5	9.7	11.6
16:0	13.1	19.4	25.7	29.3	29.7
16:1	8.7	8.8	7.2	6.8	5.2
18:0	2.2	4.5	4.7	5.8	8.2
18:1	26.5	27.5	29.5	32.4	31.1
18:2	1.2	1.1	1.2	0.8	0.7
20:1	12.4	10.4	8.7	6.4	5.3
20:5	9.4	7.7	5.4	3.2	3.1
22:1	13.0	9.4	7.7	5.3	5.2
22:6	4.7	2.1	2.0	0.9	0.7

tr* : trace amount

(Table 11) percentage composition of main fatty acids of the extracted lipid of the fish meat paste before storage time at -15°C

Fatty acids	Storage days				
	0	30	60	90	120
10:0	tr*	tr	tr	tr	tr
12:0	tr	tr	tr	tr	tr
14:0	4.8	5.2	6.3	8.5	8.7
16:0	12.2	14.3	17.7	25.4	36.5
16:1	7.9	7.4	6.8	5.2	5.0
18:0	2.8	4.2	5.7	8.8	10.2
18:1	22.3	27.3	30.4	28.7	27.7
18:2	1.6	1.2	0.7	0.5	0.3
20:1	12.2	11.4	8.3	7.4	5.3
20:5	11.8	9.3	7.2	4.2	2.4
22:1	12.7	11.2	11.5	7.3	4.5
22:6	9.7	7.6	6.3	4.2	1.6

tr* : trace amount

한편, 고등어는 14:0 산이 6.5%에서 7.9%로, 16:0산은 24.7%에서 43.2%로, 18:0산은 3.4%에서 6.7%로 상대적인 증가를 나타내었고, 황석어의 경우도 14:0산이 7.2%에서 11.6%로, 16:0산은 13.1%에서 29.7%로, 18:0산도 역시 2.2%에서 8.2%로 각각 상대적인 증가 현상을 보였다. <표 11>과 <표 12>는 저장직전과 저장 120일 후의 포화지방산과 monoenoic acid 및 polyenoic acid의 조성비를 어종별로 표시한 것이다. 저장 직전에 명태포는 포화지방산 : monoenoic acid : polyenoic acid의 조성비는 19.8 : 55.1 : 23.1로써 포화지방산과 불포화 지방산의 비율은 19.8 : 78.2 였고, 고등어는 34.6 : 48.4 : 15.0로써 포화지방산과 불포화지방산의 비가 34.6 : 64.3 이었으며, 황석어의 고기풀의 경우에는 포화지방산과 불포화지방산의 조성비가 22.5 : 75.9 였다. 따라서 구성 지방산중 불포화도는 명태, 황석어, 고등어 순이었고 또한 3어종 고기풀 다같이 monoenoic acid 가 48.4 - 60.6%로 가장 높아 Minoru 등⁵¹⁾의 실험결과와 유사 하였다. 반면, 저장 120일 후의 포화지방산과 불포화지방산의

구성비는 명태가 55.4 : 46.0, 고등어가 57.8 : 42.5, 황석어는 49.5 : 51.3으로 나타나 저장초기에 비해 포화지방산의 상대적인 증가와 불포화지방산의 감소현상을 보였다.

5. 저장중 고기풀의 색상 변화

냉동저장 120일간하면서 고기풀의 색상을 color difference meter로 조사한 결과는 <표 13>과 같다. 저장실험 직전의 시료고기풀의 L치는 황석어가 60.4, 명태가 60.2, 고등어가 54.6으로써 황석어 고기풀의 백도가 가장 높았고, 고등어 고기풀이 가장 낮았다. 명태 고기풀의 백도는 저장 25일과 70-90일 사이에 감소하였고, 고등어 고기풀은 저장 25일로서 급격한 감소가 일어났다. 또한 3어종 고기풀들의 a, b치가 저장중 계속 증가하는 것으로 보아 고기풀들의 색깔이 빨간색과 노란색쪽으로 변화하여 점점 갈색화됨을 알 수 있었다. 명태고기풀의 저장직전과 저장 120일 이후 a, b치는 각각 0.0, 8.2에서 2.7, 10.2로 증가하였고 고등어 고기풀은 2.0 및 12.6에서 3.0, 17.5로 그리고 황석어 고기풀도 0.3, 6.7에서 2.8, 11.5로 역시 증가하였다. 이상과 같이 저장기간이 길어짐에 따라 갈색화 정도가 커지는 원인은 지방의 산화 변색, Maillard 반응 및 met-myoglobin 화합물의 형성등 복합적인 요인들에 의해서 형성되는 것으로 사료된다.

(Table 12) percentage composition of main fatty acids of the extracted lipid of the fish meat paste after 120 day storage at 15°C

Fishes	Raw Fishes		
	A.pollack	Mackerel	Y.correnid
10:0	tr*	tr	tr
12:0	tr	tr	tr
14:0	9.7	7.9	11.6
16:0	36.5	43.2	29.7
18:0	10.2	6.7	8.2
16:1	5.0	5.4	5.2
18:1	27.2	18.3	31.1
20:1	5.3	6.5	5.3
22:1	4.5	7.4	5.2
18:2	0.3	0.4	0.7
20:5	2.1	3.9	3.1
22:6	1.6	0.6	0.7

tr* : trace amount

(Table 13) Variation of L, a and b values of the fish meat paste with storage time at -5°C

Fishes		Storage days					
		0	25	50	75	100	120
Allaska polack	L	60.2	53.9	55.7	51.4	43.7	42.8
	a	0.0	0.6	0.7	1.2	1.5	2.7
	b	8.2	8.5	8.8	9.4	9.7	10.2
Mackerel	L	54.6	42.1	41.3	39.2	37.3	37.1
	a	2.0	2.2	2.6	2.5	2.7	3.0
	b	12.6	12.8	13.2	15.3	16.7	17.5
Yellow corvenia	L	60.4	58.3	57.2	56.4	52.7	5.5
	a	0.3	0.5	1.1	1.8	2.5	2.8
	b	6.7	7.5	9.3	10.2	11.3	11.5

tr* : trace amount

6. 관능검사

동결된 고기풀의 저장중 어취와 색택에 대한 관능검사의 결과는 <표 14>와 같다. 한편, 해동된 고기풀에 전분 5%, 식염 2%, M.S.G 0.5%를 혼합한 후 수증기로 가열하여 탄력을 형성시키고 조리하여 저장 기간별로 overall acceptability를 조사한 결과는 <그림 7> 과 같다.

<Table 14> Variation of acceptability scores for fish-odor and color of the fish meat pastes with storage time at -15°C

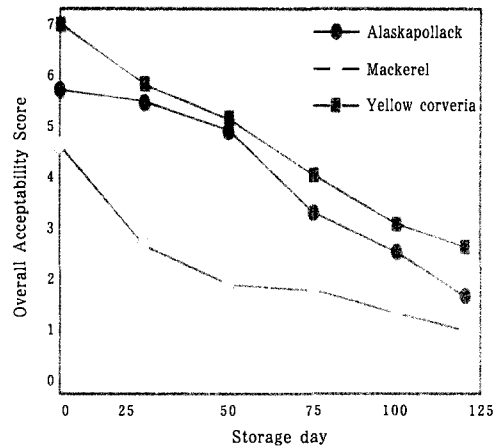
Storage days	Mean Hedonic Score					
	Fish odor Color					
	A *	M **	Y ***	A	M	Y
0	44	40	47	43	37	45
20	35	34	42	40	30	42
50	31	25	38	32	23	33
75	28	20	32	27	20	30
100	22	17	30	26	18	28
120	18	12	24	24	17	25

A * : Alaska pollack
 M ** : Mackerel
 Y ***: Yellow corvenia

고등어와 명태의 고기풀은 저장 25일 경에 어취를 약간 느낄수 있었고, 또한 고등어 고기풀은 75일, 명태 고기풀은 100일 후에 어취가 발생하였으나, 황석어는 저장 100일까지도 어취를 크게 느낄수 없었다. 색택의 경우는 명태 고기풀은 50일, 고등어 고기풀은 25일, 황석어 고기풀은 75일 저장시까지는 비교적 나쁘지 않은 것으로 나타났었다.

그러나 어취 및 색택은 시료 고기풀의 원료어 종과 저장 기간에 따라 유의차를 볼 수 있었다. 한편, <그림 7>에 나타난 overall acceptability

score의 크기는 황석어, 명태, 고등어의 고기풀 순으로 높았고 고등어 고기풀의 overall acceptability score는 황석어와 명태의 고기풀의 score에 비해 저장 초기부터 급격히 감소하여 가공 제품



<Fig. 7> The variation of overall acceptability scores for steam-cooked products made from the fish meat pastes with storage time at -15°C

의 원료로 사용하기에는 많은 문제점이 있는 것으로 사료되었다. 이는 VBN 및 TMA 등의 선도지표 물질의 함량은 비록 가공 원료로써의 한계치를 넘지 않은 저장기간에 있다고 할지라도 고기풀 중의 지방의 산패, 또는 색택이 적색을 현저하게 띠게 됨으로써 overall acceptability는 급속히 감소된 것으로 사료된다. 결론적으로 본 실험방법으로 가공한 황석어 및 명태 고기풀은 -15°C에서 약 75일까지는 통조림 제품을 제외한 어묵제품 및 어육소시지와 냉동조리 식품의 가공 원료로서 사용이 가능할 것으로 사료 되었다.

(원고 접수일 1999. 6. 22)



참고문헌

1. Rhee, SeongKap, Kim, Dong, Soo: Fish Products Technology, kwangmungack pub.Co,Ltd,264 (1999); S.K,Rhee, Outlines of fish technology jinrho pub Co Ltd,103(1996)
2. Hornstein, I., Crowe, P.E., and Hinter, R. : "Composition of Lipid in Some Beef Muscle", *J. Food Sci.*, 33, 650-656(1968)
3. Katz, M.A., Dugan, L.R., and Dawson, L.E. 1. Rhee, SeongKap, Kim, Dong, Soo: Fish Products Technology, kwangmungack pub.Co,Ltd,264 (1999); S.K,Rhee, Outlines of fish technology jinrho pub Co Ltd,103(1996)
2. Hornstein, I., Crowe, P.E., and Hinter, R. : "Composition of Lipid in Some Beef Muscle", *J. Food Sci.*, 33, 650-656(1968)
3. Katz, M.A., Dugan, L.R., and Dawson, L.E. : "Fatty Acid in Neutral Lipids and Phospholipid from Chicken Tissues". *J. Food Sci.*, 31, 717-720(1996)
4. Lowe, B. : "Advance in Food Research, Vol. 1, Academic Press," New York, p. 211-214(1949)
5. Pawar, S.S., and Mager, N.G. : "Chemical Changes During Frozen Storage of Pomphrets, Mackerel, and Sardine". *Food Tech*, 41, 87-92(1965)
6. Beatty, S.A. : "Studies of Fish Spoilage of Cod Muscle Press Juice". *J. Fisheries Research Board Canada*, 4, 63-68(1938)
7. Watson, D. W. : "Studies of Fish Spoilage. III. The Bacterial Reduction of TAMO". *J. Fisheries Research Board Canada*, 4, 252-266(1939)
8. Nakayama, K.E., and Yamaoto, T. : "Physical, Chemical and Sensory Evaluation of Frozen Stored Deboned (Minced) Fish Flesh". *J. Food Sci.*, 42, 900-905(1997)
9. Lee, L.M., Toledo, R.T. : "Degradation of fish Muscle During Mechanical Deboning and Storage with Emphasis on Lipid Oxidation". *J. Food Sci.*, 42, 1646-1648(1977)
10. Moerck, K. E., and Ball JR. H.R. : "Lipid Autoxidation on Mechanically Deboned Chicken Meat". *J. Food Sci.*, 39, 876-879(1974)
11. Takama, K., Zama, k., and Igarashi, H. : "Changes in the Flesh Lipids of Fish During Frozen Storage. II Flesh Lipids of Several Species of Fish". *Bull Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, No. 87, 290-300(1969)
12. Wada, S., Koizumi, C., and Nonaka, J. : "A composition of lipid Sliced Cod Flesh During Storage at 0°C". *Bull of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 43(5), 595-599(1977)
13. Tsukuda, N. : "Changes in the Lipid of Frozen Fish. II. Changes in the Lipid of Chun Salmon and Cod Muscle During Frozen Storage". *Bull. Togai Reg. Fish. Res. Lab.*, No. 87, 1-6(1976)
14. Deng, J.C., Matthews, R.F., and Weston, C.M. : "Effect of Chemical and Physical Tremments on Rancidity Development of Frozen Mullet Fillet". *J. Food Sci.*, 42, 344-347(1997)
15. Tarr, H.L. : "Control of Rancidity of Fish Flesh. I. Chemical Autoxidations". *J. Fisheries Research Board Canada*, 7(3), 137-157(1957)
16. Heen, E., and Karstio, O : "Fish as Food". Vol. 4, *Academic Press, London*, p. 370-391(1965)
17. Babbitt, J.K., Law, D.k., and Crawford, D.L. : "Improved Acceptance and Shelf life of Frozen Minced Fish with Shrimp". *J. Food Sci.*, 41, 35-37(1976)
18. Maxpatshnik., Miyauchi, D., and Kudo, G. : "Objective Evaluation of Texture of Minced Black Rockfish During Frozen Storage". *J. Food Sci.*, 41, 409-611(1976)
19. Shono, T., and Toyomizu, M. : "Decreased rate of Acid as a Criterion for the Oxidative Deterioration of Lipid". *Bull. Japanese Society of Scientific Fisheries*, 37(9), 912-918(1971)
20. Award, A., Powrie, W.D., and Fennema, O. : "Deterioration of Fresh Water Whitefish

- Muscle During Frozen Storage at -10°C . *J. Food Sci.*, 34, 1-9(1969)
21. Sawant, P.L., and Manger, N.G. 1960. : "Studies on Frozen Fish. I. Denaturation of Protein". *Food Technol.*, 14, 245-257(1960)
 22. King, J. : "Ultracentrifugal Analysis of Changes in the Composition of Myofibrillar Protein Extracts Obtained from Fresh and Frozen Cod Muscle." *Food Technol.*, 19, 649-663(1965)
 23. Manger, N.G., and Swant, P.I. : "Studies on the Frozen Fish. II. Some Chemical Changes Occuring During Frozen Storage". *Food Technol.*, 15, 347-350(1961)
 24. Soliman, Y. K., and Shenouda. : "Theories of Protein Denaturation During Frozen Storage of Fish Flesh, III-b. Factors Related to Fish Lipid". *Advance in Food Research*, 26, Academic Press. New York, p.304-306(1980)
 25. Ahn, H.S., Chung, T.Y., and Lee, S.K., : "Chemical Changes in the Lipid of Frozen Mackerel Ordinary Muscle During Low Temperature Storage". *Korean J. Food Sci. Technol.*, 10, 203-208(1978)
 26. Fennema, O.R. : "Low temperature Preservation of Foods and Living Matter". *Marcell Dekker, Inc.*, New York p. 201-207(1973)
 27. Ueda, T. 1976: "Change in the Fatty Acids Composition of Mackerel Lipid and Proable Related Factors-I. Influence of the Season, Body Length and Lipid Content". *Bull. Japanese Soc. Sci Fish.*, 42(4), 479-484(1976)
 28. Kondo, H. : "Studies on the Lipids of Herring. II. The Lipids of the Northern Okhotsk Herring". *Hokkaido University Report*, 26(3), 289-301(1975)
 29. 租澤悟, 左左木 政側: "漁體의 性狀" 北水試月報, 第 35 卷 7 號, P. 1-49(1978)
 30. 須山三千三: 水産生物化學: 食品學實驗書" 恒生社厚生閣版, 東京都, P. 281-286(1974)
 31. 山形 誠: "水産生物化學: 食品學實驗書" 恒生社厚生閣版, 東京都, P. 281-286(1974)
 32. Folch, J., Lees, M., and Sloanestally, G.H. : "A Sample Method for the Isolation and Purification of Total Lipids From Animal Tissues". *J. Biol. Chem.*, 226(1), 497-509(1957)
 33. Turner, E.W., Paynter, W. D., Mountie, E.T., Bessert, M.W., Struck, G.M. and Oison, F.C. : "Use of the 2-thiobarbituric Acid Reagent to Measure Rancidity in Frozen Pork". *Food Technol.*, 8(7), 327-329(1954)
 34. A.O.A.C : "Official Method of Analysis. ed. by Horwitz, W., 13th ed. Washington, p. 261(1980)
 35. A.O.A.C : "Official Method of Analysis. ed. by Horwitz, W., 13th ed. Washington, p. 440(1980)
 36. Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A., and Pelka, J.R. : "Rapid Preparation of Fatty Acid Esters from Lipids for Gas Chromatographic Analysis." *Anal. Chem.*, 38, 514-516(1966)
 37. Gardner Lab Inc., : "Operation and Maintenance Manual for Gardner XL-10 Series A Tristimulus Colorimeter". *Gardner Lab Inc.*, U.S.A(1971)
 38. Connell, J.J., and HoWgate, P.F. : "Fish Inspection and Quality Control". *Fishing News Ltd.* Ludgate House, London, p. 155-159(1971)
 39. Kawabta, T., and Terui, H. : "Studies on the Some Deterioration Factors Influencing the Volative Vase Obtainable from Fish Meat." *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 19, 746-749(1955)
 40. Tanikawa, E., Akiba, M., and Takawara, N. : "Relation Between TVB(base) in eanned Crab During Heating and the Freshness of the Meat". *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 21, 405-408(1955)
 41. Lucke, F., and Geidel, W. : "Bestimmung des Flucht gen Basischen Stickstoffs in Fishcen als Masstab fur Ihren Frischezustand". *Z. Untersuch. Lebensm.* 70, 441-458(1935)
 42. Ahn, C.W., Choi, S.A., and Trimethylamine in Salted and Dried Common Mackerel, Gizzard Shad and Sardine". *Bull. Korean Fish. Soc.*, 12(4), 245-253(1979)
 43. Yamada, K., and Amano, K. : "Studies on the Biological Formation of Formaldehyde and DMA in Fish and Shelflife". *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 31(1), 60-64(1965)
 44. Yamada, K., and Hareada, K. : "Post-



- Mortem Break Down of TMAO in Fishs and Marine Inverte Brates. *Bull. Jap. Soc. Soi. Fish*, 34(6), 651-551(1971)
45. Tozaya, H., Enokihara, K., and Amano, K. : "Fish Inspection and Quality Control. *Fishing News LTD*. London, p. 186-187(1971)
46. Sinhuber, R.D., and Yu, T.C. : "2-thiobarbituric Acids Method for Measurements of Rancidity in Fisheries Products". *Food Technol.*, 12, 9-12(1958)
47. Bildiack, W. R., Kown, T.W., and Suyde, H.E., : "Production and Binding of Malonaldehyde During Storage of Cooked Pork". *J. Food Sci.*, 37, 664-667(1977)
48. Choi, H. Y., Lee, K.H., and Kim, M.N. : "Inhibition of Browning Reactions Occurring in Storage of Dried Cyster". *Bull. Korean Fish. Soc.*, 10(1), 17-22(1961)
49. Andresson, K., and Denielson, C.E. : "Storage Changes in Frozen Fish." *J. Food Technol.*, 15, 55-57(1961)
50. Koizumi, C., and Iiyama, S. : "Lipid Deterioration of Freeze-Dried Fish Meat as Different Equilibrium Relative Humidities". *Bull. Japan, Soc. Sci. Fish*, 44(3), 209-216(1977)
51. Minoru, Y., and Hayashi, K. : "Fatty Acid composition of Lipids from 22 Species of Fish and Mollusk". *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish*, 41(11), 1143-1152(1975)
52. 土屋靖彦. : "水産化学: 水産学全集", 第17號 恒星社厚生閣版, 東京都, P. 49-57(1968)
53. Award, A., Powrie, W.D., and Fennema, O. : "Chemical deterioration of Frozen Bovine Muscle at -4°C ". *J. Food Sci.*, 33, 227-235(1968)
54. Award, A., Powrie, W.D., and Fennema, O. : "Chemical deterioration of Fresh Water White Fish Muscle During Frozen Storage at -10°C ". *J. Food Sci.*, 34, 1-9(1968)
55. Lea, C. H. : "Some Biological Aspects of Fat Deterioration". *Food Technol.*, 15, 33-39(1961)
56. Lea, C. H. : "In Lipids and Their Oxidation", ed. by Schutz, H.W., Day, E.A., and Sinnhuber, R.O. Avi Publishing Co., Westport, Onn., p. 3-28(1962)
57. 谷川英一: "水産製造学" 紀元社出版(株), 東京都, P. 164-169(1967)
58. 土屋靖彦: "水産化学:水産学全集", 第17號 恒星社厚生閣版, 東京都, P. 145-146(1968)
59. 谷川英一: "水産製造学" 紀元社出版(株), 東京都, P. 173-174(1967)
60. Kanehisa, H., and Shugo, W. : "Changes in Color and Water Holding Capacity of Tuna Meat During Frozen Storage". *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish*, 49(2), 203-206(1983)