

코끼리조개의 성분 조성과 냉동 저장 중의 성분 변화

최 홍 길

(주문진 수산고등학교)

I. 서 론

삼면이 바다인 우리나라에서 단백질 공급원으로 중요한 위치를 차지해온 수산물은 어법의 발달과 남획으로 수산자원이 고갈되어 왔으므로 최근에는 잡는 어업보다는 기르는 어업에 관심이 모아지고 있다.

패류는 수산 동물 중에서 매우 유용한 식량 자원으로서 일정 지역에 고착하여 생육하거나 혹은 활동 범위가 한정되어 있으므로 기르는 어업에 아주 적합한 수산 동물로 그 생산 가능성이 매우 크다고 할 수 있다. 또한 패류는 정미 성분과 독특한 풍미로 인하여 한국 사람들이 상식해 온 식품 원료로 이용되어¹⁾, 그 생산량이 1980년에는 83,104%이던 것이 1990년에는 101,063%으로 증가 추세에 있어서 중요한 단백질원으로 위치를 굳혀가고 있다. 그러나 패류는 크기가 작아서 개체 하나하나를 수작업으로 처리해야 하는 등의 가공적성이 나쁘기 때문에 가공 식품 원료로서의 이용은 제한될 수밖에 없었다.

우리나라에는 서식하지 않는 것으로 알려져 왔으나, 최근 강원도 어민들이 채집한 코끼리조개 (*Panope japonica* A. ADAMS)는 경북과 강원도의 연안 수심 10~50m에서 대량 서식하고 있는 것으로 확인되고 있어서 수산청으로부터 어업 허가가 나면 대량 생산될 가능성이 매우 크며 또한 이 조개는 크기 뿐만 아니라 식용 가능 부위인 수관부가 차지하는 비율이 커서 식품 원료학적으로 가공적성이 뛰어나므로 이의 생물학적인 연구와 양식에 대한 관심이 점점 커지고 있다.

패류의 가공에 관한 연구로서는 *李* 등²⁾의 바지락의 가공적성, *李* 등³⁾의 굴 및 진주담치의 가공적성 등이 있으며, *Lee* 등⁴⁾은 멸치 및 진주담치를 원료로 식품 조리시 간편하게 첨가할 수 있으며, 저장성이 좋은 천연 분말 수우프 제조를 시도한 바 있다. 어패류의 선도

변화에 관한 연구에서 *Takagi* 등⁵⁾은 건조 및 저장 중의 멸치의 VBN, TMA, TMAO를 각각 15~24mg%와 7mg% 함유한다고 보고하였으며, *趙*와 *崔*⁶⁾는 고등어 육액즙을 -3℃, -5℃에서 저장하면서 K값, VBN, 그리고 단백질 변성의 지표인 Ca²⁺-ATPase 활성의 변화를 측정된 결과 5℃에서는 9일, -3℃에서는 10일, 0℃에서는 13일 후에 각각 VBN 값이 35 mg/100g에 도달한 반면 -3℃ 과냉각에서는 20일, -5℃에서는 VBN 생성이 전혀 관찰되지 않았다고 하였고, 가리비의 동결 저장 중의 안정성에 관하여는 *Granelle* 등⁷⁾의 보고가 있다. 정미 성분에 관한 연구로서는 *新井*⁸⁾과 *田代* 등¹⁰⁾의 연구 보고가 있는데 가리비와 바지락, 개량조개의 맛을 좌우하는 성분에 있어서는 핵산 관련 물질이 관계한다고 하였고, *鴻樂*¹¹⁾는 유리 아미노산, Ex-분 질소 성분과 전복의 정미성과의 관계를 추적하였다. 그리고 오분자기의 정미 성분으로 glycine, alanine, glutamic acid, arginine을 주로한 유리 아미노산, betaine, TMAO, 핵산 관련 물질로서는 ATP, AMP 등이라고 하였으며, 그 외 진주담치의 정미 성분에 관해서는 *崔*¹⁵⁾와 *朴*¹⁶⁾의 nucleotide에 관한 보고가 있으며, *許*¹⁷⁾는 재첩의 정미 성분에 관한 연구에서 핵산 관련 물질로서, ATP, ADP, AMP, hypoxanthine 및 inosine을 함유하고, 그 함량은 전체적으로 바지락, 전복, 굴 등 다른 패류보다 적었으며, TMAO와 betaine 및 유기산의 양도 아주 적었다고 하였다. *高木*와 *清水*¹⁸⁾은 9종의 패류의 엑스분 질소를 분석한 결과 아미노질소의 함량이 많으므로 패육의 단맛에 크게 영향을 미칠 것이라고 하였다. 패류의 저온 저장 중의 지질 산화에 관한 연구로서는 *Shibata*¹⁹⁾와 *Tsukuda*²⁰⁾의 정어리류의 저온 저장 중의 산패에 관한 보고가 있으며, *豊水*²¹⁾등은 정어리류 -5℃에서 저장시 산화에 대한 감수성이 매우 커서 다른 어류보다

산화가 크다고 하였고, 庄野 등²²⁾은 고등어를 -5~-25°C에서 저장하면서 지질의 산패 정도를 시험하여 보고한 바에 따르면 저온 저장하여도 지질의 산화와 가수분해로 인한 유리 지방산의 증가가 상당히 진행되며, 특히 극성지질의 산화로 인한 docosahe xaenoic acid (DHA)의 감소가 걱정하다고 보고하였다. 또한 橋口 등²³⁾은 선어의 선도 저하에 따른 총 지질의 열화에 관하여, 尹²⁴⁾은 굴, 피조개, 진주담치, 소라, 전복의 지질 조성에 관한 보고에서 총 지질의 지방산 조성은 주요 지방산이 eicosapentaenoic acid(EPA)인 소라를 제외하고는 모두 palmitic acid가 주성분이었고 굴과 진주담치에서는 고도 불포화 지방산인 docosahexaenoic acid를 다량 함유하고 있었으나 전복에는 존재하지 않았으며, 전복에는 oleic acid, linoleic acid가 많은 비율을 차지하고 있다고 하였고, 또한 尹 등²⁵⁾은 굴, 피조개, 진주담치의 중성지질, 당지질, 인지질의 지방산 조성에 관하여 보고하였으며, 趙 등²⁶⁾은 북방조개 및 재첩의 지질에 관한 보고에서 총 지질 중 인지질이 43.1%, triglyceride가 36.2%, sterol이 10.3%로 인지질이 차지하는 비율이 가장 높았다고 하였고 孫 등²⁷⁾은 패류 3종류를 시료로 하여 지질 및 sterol 조성에 관한 연구에서, 중성지질을 구성하는 지방산 가운데 C₁₆:0, C₂₀:5는 후루미재첩, C₁₈:4, C₂₀:5 및 C₁₆:0은 소라의 주요 지방산이라고 하였다.

동결에 의한 단백질의 변성에 관한 연구 보고는 다수 있는데, 宋²⁸⁾은 전복을 -20°C에서 3개월 저장에 따른 근육의 물리적 성질과 단백질 변성에 관하여, Song 등²⁹⁾은 키조개의 패주육을 -10°C, -20°C, -40°C에서 3개월간 단백질의 용출성을 조사한 연구에서 용출성은 -10°C 저장에서는 저장 초기부터 저하하는 경향을 나타내며, -20°C 저장에서는 2개월까지 그리고 -40°C 저장에서는 3개월까지 높은 용출성을 나타내었다고 보고하였고, 어류의 지속 동결에 있어서 단백질 변성에 관한 연구로 徐³⁰⁾는 정어리를 지속하여 동결하였을 때 생육으로 동결한 것보다 동결 변성율이 낮게 나타났다 하였고.

코끼리조개에 관하여는 濱 등³¹⁾의 코끼리조개의 발생과 어업 실태에 관한 보고와 Jeong³²⁾의 동해산 코끼리조개 육의 식품학적 성분 분석이 있을 뿐 대부분의 국내 논문은 서해, 남해안에 서식하는 어패류에 관한 보고이며, 동해안에서 서식하는 패류에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 패류 가공에 있어서 대량 처리를 어렵

게 하는 것은 패각 제거 작업이며, 패각 제거를 쉽게 하기 위하여 blanching 조작을 많이 사용하는데, blanching 조작이 패육에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 전무한 상태이다. 그러므로 본 연구는 동해안에서 서식하는 코끼리조개를 가공하기 위한 기초 자료 및 blanching 효과를 검토하기 위하여, 코끼리조개의 계절적 성분 변화와 blanching 후의 코끼리조개 육을 냉동 저장하면서 지질, VBN, 정미 성분, 단백질 변화를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

시료는 강원도 명주군 옥계면 금진 앞바다에서 1989년 6월 17일 채취한 것을 해체하고 가식부와 내장을 포함한 것과 100°C에서 1분 30초간 blanching한 것을 따로 알루미늄 박에 싸서 -20°C에서 저장하면서 실험에 사용하였다. 이 실험에는 5년생 코끼리조개를 2마리씩 사용하였으며 평균 각장은 10.5cm였고, 각고는 6.5cm였다. 분석용 시료는 각각 1회에 필요한 적당량을 마쇄한 후 일정량을 취하여 사용하였다. 또한 같은 장소에서 매월 중순경에 시료를 채취하여 월별 성분 변화를 측정하였다.

2. 실험 방법

(1) 원료의 조성 분석

1) 일반 성분 분석

수분은 상압 가열건조법, 단백질은 micro kjeldahl 법, 지방질은 Soxhlet 추출법, 회분은 직접회화법으로 측정하였다.

2) 총 지질의 추출

생시료를 탈각한 후 오물을 제거하고 세척한 다음, Folch³³⁾의 방법에 의하여 시료의 4배량의 chloroform : methanol (2 : 1, v/v) 용액을 넣어 혼합한 뒤 냉암소에서 하룻밤 침지한 후 여과하여 여액과 잔사로 분리하였다. 이 잔사에 대하여 동일한 조건으로 2회 반복하고 모든 여액을 모은 후 이것을 무수 Na₂SO₄로 탈수, 여과 후 용매를 rotary evaporator로 제거하여 총 지질을 얻었다.

3) 과산화물 값의 측정

Asakawa³⁴⁾의 방법에 따라 시료로부터 추출한 지방 200mg을 test tube에 취하여 여기에 2% KI 용액과

AlCl₃ 용액 0.5ml, hexane 1ml를 넣고 37°C의 incubator에서 5분간 둔 다음 0.01 NHCl 용액 15ml와 starch 용액 0.5ml를 넣고 격렬하게 혼든 다음 3000xg에서 3분간 원심 분리하여 상등액을 560nm에서 흡광도를 측정하여 과산화물 값을 계산하였다.

4) 지질 조성 및 지방산 조성의 분석

A. 총 지질의 분획 및 정량

총 지질은 Column chromatography를 이용하여 중성 지질, 당지질 및 인지질을 차례로 용출시켜 분리하였다. 즉, 110°C에서 12시간 가열하여 활성화시킨 규산(100~300mesh, Sigma社) column(φ2.0x40cm)에 일정량의 시료를 취하여 넣고 chloroform 용액을 column의 상부에 주입하여 1분간에 2~3ml 정도의 용매가 유출되도록 조절하고, column의 10배량의 chloroform으로 중성 지질을, 40배량의 acetone으로 당지질을, 그리고 column의 10배량의 methanol로 인지질을 각각 용출하였다.

B. 중성 지질, 당지질 및 인지질의 지방산 조성

지방산 methyl ester의 조제 및 정제는 다음과 같이 하였다. 각 분획한 시료 중의 지질이 2~3mg 정도 함유된 것을 N₂ gas로써 제거하고, methanol: toluene: H₂SO₄=20:10:1로 한 용액 약 5ml 넣어 105°C에서 3~4시간 methylation 시킨 후 hexane을 약 5ml 넣고 증류수로 세척한 후 무수 Na₂SO₄로 탈수하여 용매를 제거한 다음 분석에 사용하였다. 지방산은 Gas Liquid Chromatography (GLC)에 의하여 <표 1>의 조건 하에서 분석하였으며, 지방산의 동정은 표준 지방산 methyl ester의 retention time과의 비교 및 지방산의 이중 결합수와 retention time과의 상관 그래프를 이용하였다. 정량은 peak의 면적을 적분법에 의하여 구하였다.

<표 1> The operating conditions of GLC

Instrument	Hwelett Packard 5890A(FID) Gas Chromatograph
Column	30M, 0.53mm ID; Fused Silica Capillary Column 1.0um film thickness supelco, Inc
Carrier gas	30ml/min, nitrogen
Column Temp	195°C
Injector Temp	200°C
Chart Speed	0.5cm/min.

(2) 저장 중의 변화 측정

1) 휘발성 염기질소의 변화

휘발성 염기질소의 정량은 미량화산법³⁵⁾으로 측정하였다. 즉, 시료 5g에 4%의 삼염화초산 20ml를 가하여 1분 동안 균질화 한 다음, 상온에서 30분간 방치한 후 Toyo No.2 여과지로 여과하여 시료액으로 하고, conway unit 외실에는 시료액 1ml과 포화 탄산칼륨 용액 1ml을 넣고, 내실에는 혼합 지시약이 함유된 1/15ON 염산을 넣고 기밀하여 37°C에서 90분간 방치한 후 1/7ON 수산화비륨으로 적정하였다.

2) 아미노태질소(NH₂-N)의 정량

Spies³⁶⁾의 방법에 따라 다음과 같이 하였다. 즉, 시료를 막자사발에서 충분히 마쇄한 후 2~5g을 정평하여 2시간 교반하여 유리아미노질소를 침출시킨 후 총량을 50ml로 정용하여 원심 분리(3,000xg, 10분)하였다. 상등액 5ml과 Cu₃(PO₄)₂ 현탁액 5ml을 원심관에 취하여 혼합한 후 원심 분리하고 투명한 청색의 상등액을 취하여 620nm에서 흡광도를 분광 광도계(spectronic 20)로 측정하여 검량 곡선으로부터 아미노질소량을 산출하였다.

3) TMA 및 TMAO의 정량

TMA 및 TMAO는 Bystedt³⁷⁾의 방법에 따라 정량하였다. 즉 tube형 분액 깔때기에 혼합 마쇄한 시료 5g을 정평하여 10% 삼염화아세트산 10ml를 가하여 4시간 동안 상온에서 추출한 후 증류수로 50ml로 정용하여 5ml를 시료 추출액으로 한다. 다음에 tube형 시험관에 시료 추출액 5ml, 중성 포르말린 1ml, 톨루엔 10ml, 25% 수산화나트륨 30ml를 가하여 격렬하게 80회 혼든 다음 무수망초를 0.5g 정도 넣어둔 시험관에 톨루엔 층만 옮겨 탈수시킨 뒤 톨루엔 층을 다른 시험관에 취하고 0.02% 피크린산 2ml를 가하여 혼합한 후 410nm에서 흡광도를 측정하여 TMA 양을 계산하였으며, TMAO는 시료 추출액 5ml과 5% 삼염화아세트산 10ml를 25ml 정용 flask에 취하고 10% 삼염화나트륨 용액 0.5ml를 가하여 2시간 방치한 다음 포화 질산칼륨용액을 핑크색이 없어질 때까지 3~4 방울을 가하고 물로써 25ml로 하여 TMA 정량과 같은 방법으로 측정하였다. 그리하여 환원 전의 TMA 양을 빼어 TMAO 양을 계산하였다.

4) Creatine 및 Creatinine의 정량

혼합 마쇄한 시료 5.0g을 정평하여 증류수로 50ml로

정용하고 여기에 2NHCl 용액 20ml을 가한 후 water reflux condenser에서 2~3시간 가열하여 분해시켰다. 가열이 끝나면 식혀서 2N-NaOH 20ml을 첨가하여 100ml로 희석한 후 이 용액 5ml을 취하여 volumetric flask에 넣고 15ml의 증류수, 1% picric acid 20ml, 2N-NaOH 2.5ml를 첨가하여 15분 방치한 후 100ml로 정용하여 걸러내고 여과액의 일부를 취하여 520nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준 물질로써 검량 곡선을 작성하여 정량하였다.

5) 단백질 조성 분석

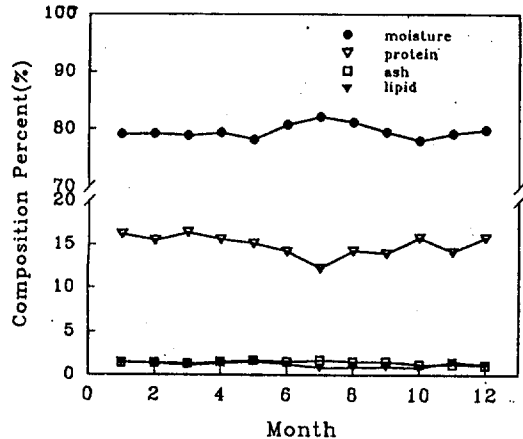
단백질 조성 분석은 Pyeun 등²⁰⁾의 방법으로 행하였다. 즉, 마쇄한 어육 15g에 1.5배량의 0.1M 중탄산나트륨 용액을 가하여 균질화 한 후 다시 8배량의 0.58 M 식염 및 0.01M 중탄산나트륨 혼합액을 가하고 4시간 동안 자석 교반기상에서 단백질을 추출한 다음 회전수 5,000xg에서 15분간 원심 분리시켰다. 침전을 같은 방법으로 반복 추출하여 원심 분리한 상등액을 합하고 그 상등액에 16배량의 냉수를 넣어 12시간 방치한 다음 상기 조건으로 원심 분리하여 침전은 근원 섬유단백질 분획으로 하고 상등액은 근형질 단백질과 비단백질소 분획으로 하였다. 그리고 위의 0.58M 식염 및 0.01M 중탄산나트륨 용액에 불용인 침전은 0.1N 수산화나트륨 용액으로 교반하면서 48시간 충분히 추출하여 얻은 가용분을 alkalisoluble 단백질 분획으로 하고 잔사는 육기질 단백질 분획으로 하였다. 단백질량은 Kjeldahl법으로 정량하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 채취 시기에 따른 시료의 성분 변화

월별로 채취한 코끼리조개의 일반 성분의 변화를 <그림 1>에 나타내었다. 수분 함량은 평균 79.9%였으며, 가장 높은 것이 7월의 82.2%이고, 가장 낮은 것은 10월의 78.1%이었다.

조단백질 함량은 평균 13.7%로서 7월에 12.3%로 최저치를 보이다가 1월에 16.2%로 높게 나타났으며, 특히 수분 함량이 높게 나타나면 조단백질량은 반대로 감소하였다. 조지방은 10월에 0.8%로 낮았으나 11월부터 증가하여 봄까지 높게 나타나, 수분과 지방의 월별 변화는 대체로 역상관 관계가 있음을 알 수 있는데, 이것은 Lee 등²⁰⁾의 굴을 시료로 한 연구 보고에서도



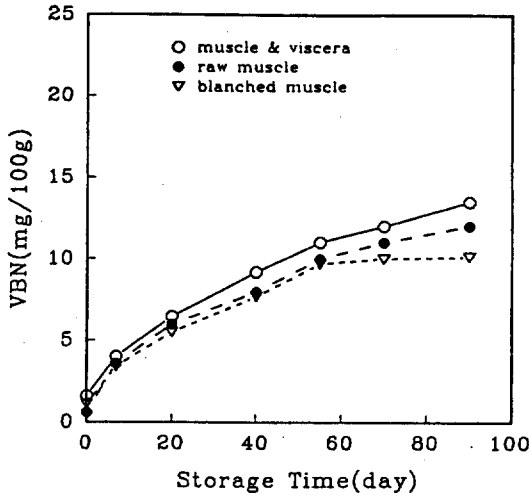
<그림 1> Change of chemical composition in Korean geoduck muscle.

지방 함량과 수분 함량의 월별 변화가 역상관 관계에 있다고 발표하여 이 실험의 결과와 일치하는 경향이다. 또한 다른 패류의 성분과 비교하여 볼 때 가리비 0.8%, 바지락 0.8%, 전복 0.5%, 소라 0.5%, 피조개 0.5%보다는 높았으며, 백합 1.2%, 굴 1.6%, 대합 2.4%, 새꼬막 2.2%와 비슷하거나 조금 낮았고, 특히 지질과 단백질은 진주담치의 지질(2.5%)보다 낮았으며, 조단백질(12.8%) 함량은 높았다. 조지방은 12월에 1.1%에서 최고 1.7%로 조지방보다 높은 함량을 나타내었는데 계절적 변화는 거의 없었다. 이상과 같은 화학 성분의 변화로 보아 코끼리조개의 채취 적기는 1~5월과 10~12월이라고 볼 수 있다.

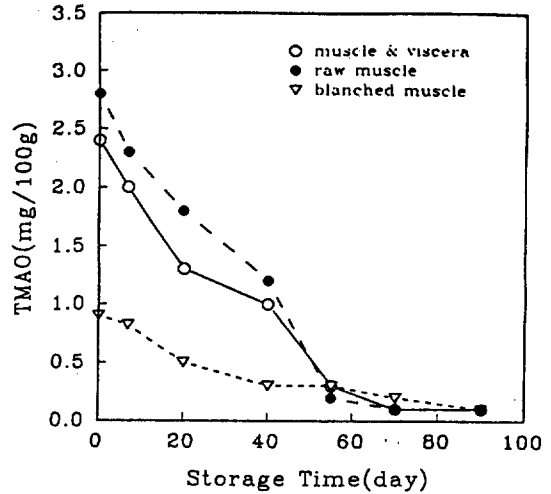
(1) 선도의 변화

1) 휘발성 염기질소(VBN)의 변화

동결 저장 중의 VBN의 변화는 <그림 2>와 같다. 저장 초기인 7일에는 내장을 포함한 육, 생육 그리고 blanching한 육의 VBN은 각각 4.0mg/100g, 3.6mg/100g, 3.4mg/100g이었고 계속 증가되어 저장 90일에도 각각 13.5mg/100g, 12mg/100g, 10.1mg/100g에 이르렀다. 특히 내장을 포함한 육과 생육에서 증가 폭이 컸으며, blanching한 육에서는 저장 기간 동안 VBN의 함량이 가장 낮게 나타났다. 이와 같이 blanching한 육의 저장 중에 VBN 함량의 변화가 생육 혹은 육과 내장을 포함한 시료보다 낮은 것은 육에 존재하던 자가 소화 효소가 불활성화 되기 때문인 것으로 판단된다.



<그림 2> Change of volatile nitrogen in Korean geoduck during frozen storage at -20°C.



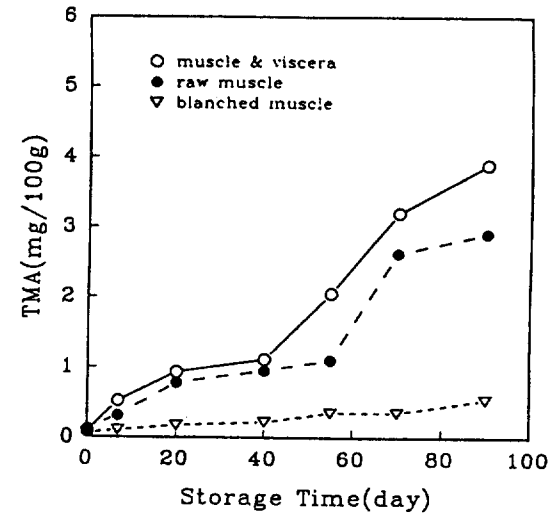
<그림 3> Change of trimethylamine oxide in Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

그러므로 전 처리인 blanching 조작이 코끼리조개육의 선도 유지에는 효과적일 것으로 보여진다. 또한 저장 중의 VBN이 정도의 차이는 있으나 저장 기간 동안 증가한 것은 인지질의 산화나 TMAO의 환원에 의해 생성되는 TMA 등의 열기성 물질에 기인된 것으로 여겨진다.

2) TMAO 및 TMA의 변화

코끼리조개를 -20°C에서 저장하였을 때의 저장 중의 TMAO 및 TMA의 변화를 조사한 결과를 <그림 3>과 <그림 4>에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 TMAO는 내장을 포함한 육과 생육에서는 저장 첫날에 각각 2.4mg/100g, 2.8mg/100g 이던 것이 저장 40일에는 급격히 감소하여 각각 1.0mg/100g, 1.2mg/100g에 이르렀고, 저장 90일에는 극히 미량인 0.1mg/100g으로 되었다. blanching한 육은 저장 40일에 0.3mg/100g, 저장 90일에는 0.1mg/100g으로서 감소하였으나 그 감소 폭은 내장을 포함한 육과 생육에 비하여 비교적 완만하였다. 이와 같이 blanching한 육의 TMAO 함량의 감소가 완만한 것은 저장 온도가 TMAO 환원 효소의 일반적인 최적 작용 온도인 25°C ~ 40°C를 벗어남으로써 TMAO 환원 효소의 작용이 억제되었기 때문인 것으로 생각된다.

한편, TMA 함량의 변화를 보면 저장 첫날 내장을 포함한 육이 0.08mg/100g, 생육이 0.12mg/100g, blanching한 육이 0.06mg/100g이던 것이 저장 40일



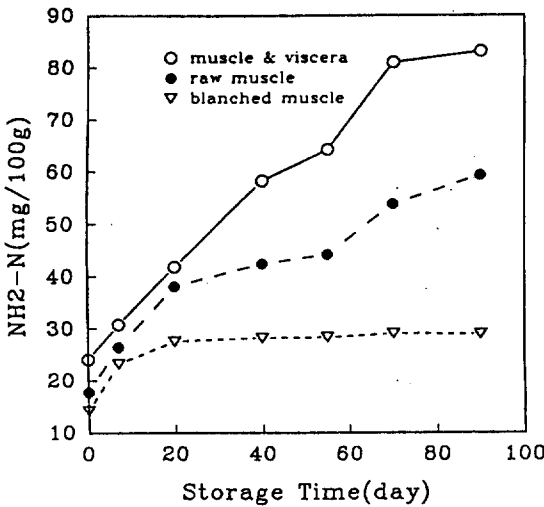
<그림 4> Change of trimethylamine in Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

에는 각각 1.11mg/100g, 0.95mg/100g, 0.22mg/100g 되었다가 저장 90일에는 3.89mg/100g, 2.90mg/100g, 0.54mg/100g으로서 증가하는 경향을 나타내었지만 전체적인 양은 적었다. 특히 TMA의 증가는 내장을 포함한 육과 생육에서 컸으며, blanching한 육에서는 가장 적었는데 이는 blanching에 의해서 TMAO를 환원시켜 TMA를 생성하는 Trimethylamine oxide reductase의 불활성화에 기인된 것으로 추

축되며, TMAO의 감소와 TMA의 증가는 서로 역상관 관계가 있는 것으로 나타났는데, 이와 같은 결과는 Chung 등⁴⁰⁾의 새우젓 숙성 중의 TMA의 변화 등에서도 같은 경향이 있었다. 그러나 TMA의 생성이 반드시 TMAO만 유래한다고는 볼수 없는 결과로 Pyeun 등⁴¹⁾의 멸치를 시료로하여 측정한 결과도 동일한 보고를 하고 있으므로 계속 조사해 보아야 할 항목이다.

2) 아미노태질소(NH₂-N)의 변화

동결 저장 기간 중 아미노태질소의 변화는 <그림 5>에 나타내었다. 내장을 포함한 육과 생육에서는 저장 첫날에 각각 24.1mg/100g, 17.8mg/100g이었던 것이 저장 90일에는 각각 83.1mg/100g, 59.3mg/100g으로 증가하였다.



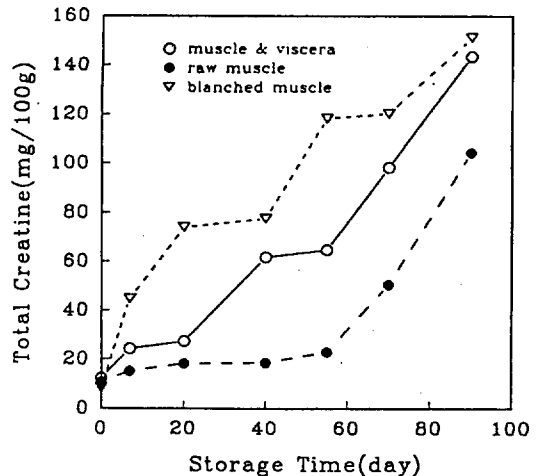
<그림 5> Change of NH₂-N in Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

그러나 blanching한 육은 저장 첫날 14.2mg/100g에서 저장 90일에 28.9mg/100g으로 증가하는 추세였지만 그 증가 폭은 내장을 포함한 육과 생육에 비하여 낮게 나타났다. 이러한 현상은 <그림 5>에서 알 수 있듯이 내장을 포함한 육에서 보다 blanching한 육에서 아미노태질소 양의 증가율이 낮은 것은 자가 소화 효소 및 단백질 분해 효소의 blanching으로 인한 불활성 때문인 것으로 판단된다.

(3) Creatine 및 Creatinine의 변화

코끼리조개육 중의 total creatinine의 함량과 저장

중의 그 total creatinine의 변화는 <그림 6>과 같다. 내장을 포함한 육에서는 12.3mg/100g, 생육에서는 10.5mg/100g, blanching한 육에서는 저장 초기부터 서서히 증가하여, 저장 40일에는 61.7mg/100g, 18.4mg/100g, 77.5mg/100g으로 저장 90일까지 증가하였다. creatine은 근육의 수축에 관여하며 어류 조직 중에 널리 분포하고 특히 근육에 다량 함유되어 있는 물질로, Russel 등⁴²⁾은 쓴 맛과 수렴미에 관여한다고 하였고, Yang 등⁴³⁾은 담수어의 정미 성분에 대한 omission test 결과 creatine도 담수어의 맛에 기여한다고 하였다. 또한 creatinine은 creatine의 탈수반응으로 생기는 것으로 생어육에서는 소량이나 근육을 가열하면 다량으로 생성된다. 예를 들어 연어 육을 100°C, 40분간 가열하면 creatine의 약 30%가 creatinine으로 변화 된다는 보고⁴⁴⁾도 있다. 그러나 이번 연구의 blanching 조건으로는 creatine을 creatinine으로 변화시킬 정도의 가열이 되지 못한 듯하고, 저장 중 전반적으로 모든 시료에서 total creatinine이 증가를 보인 것은 근육으로부터 Ex 분속으로 쉽게 유리되었기 때문으로 추정된다. 한편 8종의 어류 Ex-성분을 분석한 Konosu 등⁴⁵⁾의 연구에 의하면 총 엑스분 질소에 대한 total creatinine 질소가 29~58% 정도라고 하였다. 따라서 본 연구의 결과 total creatinine의 함량은 어류에 비하면 그 절대량은 적었으나, 코끼리조개의 맛에 다소 관여할 것으로 추정된다.

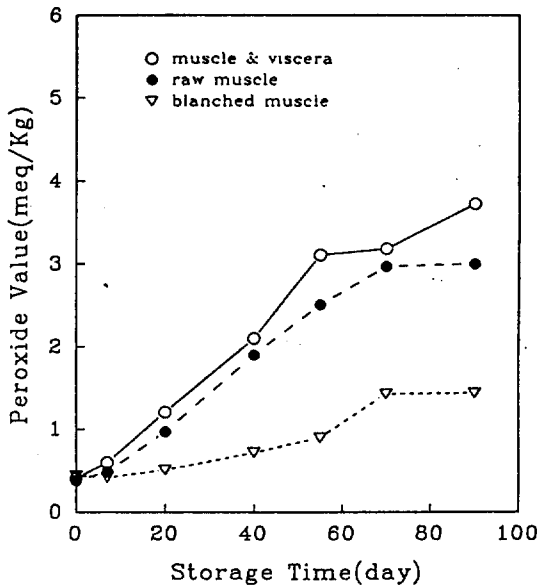


<그림 6> Change of total creatine in Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

(4) 지방질의 변화

1) 과산화물 값의 변화

코끼리조개의 패각을 제거하고, 육과 내장을 포함한 것, 생육, 그리고 blanching한 시료의 냉동 저장 중의 과산화물 값(peroxide value)의 변화는 <그림 7>과 같다. 저장 초기 내장을 포함한 것은 0.41meq/100g, 생육 0.38meq/100g, blanching한 육이 0.44meq/100g이던 것이 내장을 포함한 것과 생육이 저장 40일에 2.1meq/100g, 1.9meq/100g으로 증가하였으며, blanching한 육은 0.7meq/100g으로 증가 폭이 적었다. 그후 저장 90일까지 계속 증가하였는데, 증가에 따른 과산화물 값은 크지 않았다. 그러나 내장을 포함한 육에서 증가 폭이 큰 경향을 보였는데 이것은 내장 속에 존재하는 전이금속 등이 지방산화를 촉진하는 촉매 역할을 한 때문인 것으로 판단된다⁴⁶⁾.



<그림 7> Change of peroxide value in korean geoduck during frozen storage at -20°C.

2) 지질 조성의 변화

분획 추출한 코끼리조개의 중성지질, 당지질 및 인지질의 함량은 <표 2>에 나타내었다. 내장을 포함한 육에서는 중성지질 39.7%, 당지질 6.8%, 인지질 53.3%였으며, 생육에서는 중성지질이 46.1%, 당지질이 4.5%, 인지질이 49.5%, blanching한 육에서는 중성지질이 51.9%, 당지질이 8.2%, 인지질이 39.9%로

나타났다. 내장을 포함한 육과 생육에 비하여 blanching한 육의 인지질 함량이 낮은 것은 blanching 중에 지방산과 인산화합물 사이의 ester 결합이 절단되었거나, 혹은 지질 산화를 유발시키는 인지질의 강한 반응성으로 인하여 인지질과 단백질과의 결합이 형성되어 단백질과 결합된 인지질이 추출되지 않았기 때문으로 생각된다⁴⁷⁾. 굴, 피조개, 진주담치, 소라, 전복 등에서 중성지질 50.7~71.3%, 당지질 1.2~6.0%, 인지질 10.2~44.2%인 것⁴⁴⁾과 비교해 보면 코끼리조개에서는 특히 당지질의 함량이 높은 경향을 나타내었다.

<표 2> Content of neutral lipid, glycolipid and phospholipid fraction on total lipids from variously treated geoduck

Treatment	Neutral lipid	Glyco lipid	Phospho lipid
Muscle & viscera	39.7%	6.8%	53.5%
Muscle	46.1%	4.5%	49.5%
Blanched muscle	51.9%	8.2%	39.9%

3) 지방산 조성의 변화

A. 총 지질의 지방산 조성의 변화

총 지질을 구성하는 지방산을 분석한 결과는 <표 3> <표 4>, <표 5>와 같다. 코끼리조개의 총 지질의 구성 지방산 조성은 포화 지방산은 내장을 포함한 육이 39.3%, 생육에서는 36.9%, blanching한 것이 39.6%, monoenoic acid에서는 내장을 포함한 것이 19.8%, 생육에서는 22.2%, blanching한 것이 22.3%로서 비슷하였고, polyenoic acid는 내장을 포함한 것에서 40.9%, 생육에서는 40.8%, blanching한 것이 38.0%로서 내장을 포함한 것이 불포화 지방산의 함량이 다소 높았다.

전 지방질의 포화 지방산에는 palmitic acid가 17~20%, stearic acid가 8~9%로서 주요 구성 지방산이었으며, polyenoic acid에서는 eicosapentaenoic acid가 내장을 포함한 육에서 18.3%, 생육에서는 19.8%, blanching한 육에서는 18.6%로서 많이 함유되어 있었으며, docosahexaenoic acid도 내장을 포함한 육에서 11.2%, 생육에서 10.3%로서 비교적 높게 함유되어 있었다. 따라서 코끼리조개의 주요 지방산은 C₁₄:0, C₁₆:0, C₁₈:0, C₁₆:1, C₁₈:1, C₂₀:5, C₂₂:6로서 코끼리조개의 총 지질의 지방산

조성 가운데 $C_{16}:0$, $C_{18}:0$, $C_{20}:5$, $C_{22}:6$ 이 주요 지방산이라고 한 것²²⁾과 비슷하였다. 이들 지방산의 저장 중의 변화를 보면 내장을 포함한 육에서는 polyenoic acid가 40.9%에서 저장 40일에 34.9%로 서서히 감소하다가 저장 90일에는 31.4%로 상당량 감소하였으며, 반대로 포화 지방산은 39.3%였던 것이 44.9%로 증가하였고, monoenoic acid은 19.8%에서 23.8%로 약간의 증가를 보였다. 특히 포화 지방산 중 $C_{14}:0$ 가 저장 첫날에 4.87%이던 것이 저장 90일에 6.12%로 증가하였고, $C_{16}:0$, $C_{17}:0$ 도 저장 첫날 19.7%, 1.9%에서 22.9%, 2.5%로 각각 증가 추세를 보였다. 그러나 polyenoic acid 중 $C_{20}:4$, $C_{20}:5$, $C_{22}:5$, $C_{22}:6$ 등은 저장 첫날에 2.6%, 18.3%, 1.36%, 11.2%에서 저장 90일에 1.5%, 15.5%, 0%, 8.3%로 감소가 컸다. 생육에서 polyenoic acid의 감소는 저장 첫날에 40.8%에서 저장 20일에 36.1%로 변화가 없던 것이 저장 40일에 37.6%, 저장 90일에 34.3%로 감소를 보였다. 그러나 monoenoic acid은 저장 초기에 22.2%이던 것이 23.8%로 변화가 적은 반면, 포화 지방산은 저장 초기에 37.0%에서 저장 90일에 41.9%로 조금 증가하였다. 생육에서의 포화 지방산 중 $C_{14}:0$, $C_{17}:0$ 는 저장 초 3.72%, 1.1%인 것이 저장 90일에 4.23%, 2.67%로 증가하고, polyenoic acid 중 $C_{20}:5$, $C_{22}:6$ 이 19.8%, 10.3%에서 저장 90일에 17.3%, 9.5%로서 불포화 지방산의 대부분을 차지하였다. blanching한 육에서는 포화 지방산이 저장 초기에 39.6%에서 43.4%로 증가하였으나, polyenoic acid은 저장 첫날에 38%에서 저장 20일에 36.6%, 저장 40일에 33.7%, 저장 90일에 34%로 저장 초기에 감소를 보였으나, 저장 후기에 갈수록 감소 폭이 작아졌고, 감소에 관계되는 불포화 지방산은 $C_{20}:5$, $C_{22}:4$, $C_{22}:5$, $C_{22}:6$ 이 주된 것이었다. 이와 같이 시료의 종류에 관계 없이 불포화 지방산이 산화 소실되어 포화 지방산의 상대적 비율이 높아지기 때문이다. 그러나 polyenoic acid 감소가 내장을 포함한 육과 생육이 blanching한 육에서보다 저장 후기에 갈수록 뚜렷하게 나타나는 것은 blanching으로 인한 저장 초기의 불포화 지방산의 산화로 polyenoic acid의 감소가 있었으나 저장 후에는 blanching으로 인한 phospholipase⁴⁸⁾, lipoxigenase⁴⁹⁾등의 효소의 불활성으로 지방의 산화가 적었던 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 POV의 함량 증가와 함께 고찰해 보면 지

방산의 산화는 주로 polyenoic acid에 중점적으로 일어나며, 특히 $C_{20}:5$ 와 $C_{22}:6$ 의 지방산이 주도적인 역할을 한다는 것을 알 수 있었다.

B. 중성지방의 지방산 조성의 변화

<표 6>, <표 7>, <표 8>은 중성지방의 저장 중의 지방산 함량과 변화를 나타낸 것이다. 중성지방 중 포화 지방산은 내장을 포함한 육이 45.2%, 생육 33.7%, blanching한 육이 35.6%였고, 주요 구성 지방산은 시료의 종류에 관계 없이 $C_{16}:0$, $C_{18}:0$ 이었으며, 그 함량은 내장을 포함한 육과 생육에서는 71%, blanching한 육에서는 66%였다. 또한 monoenoic acid은 내장을 포함한 육이 24.4%, 생육이 25.1%, blanching한 육이 23.8%로 큰 차이는 없었으며, 주요 구성 지방산으로서는 $C_{16}:1$, $C_{18}:1$, $C_{20}:1$ 이었다. polyenoic acid는 내장을 포함한 육이 30.4%, 생육이 41.2% blanching한 육이 40.7%로 생육에서의 불포화 지방산의 함량이 약간 높았다. 주요 구성 지방산으로서는 $C_{20}:5$, $C_{22}:6$ 의 함량이 가장 높았으며, $C_{16}:2$, $C_{18}:4$, $C_{22}:2$ 의 함량은 적었으나 주요 구성 지방산임이 확인되었다. 이는 굴의 경우 $C_{22}:6$ (45.53%), $C_{16}:0$ (9.71%), $C_{20}:1$ (8.77%), 진주담치의 경우 $C_{22}:6$ (27.33%), $C_{18}:3$ (13.7%), $C_{16}:0$ (1.6%), 피조개의 경우 $C_{14}:0$ (21.18%), $C_{16}:0$ (17.63%), $C_{16}:1$ 이 11.1%와는 지방산 조성이 달랐다²⁵⁾.

또한 孫 등²⁷⁾의 보고에서 참굴의 중성지방을 구성하는 지방산은 포화산이 31.7%, monoenoic acid이 18.7%, polyenoic acid이 40.3%를 함유하고, 소라에는 포화산이 14.9%, monoenoic acid이 19.1%, polyenoic acid이 40.0%를 차지한다는 보고와 유사한 경향을 보이고 있었다. 또한 上田⁶⁰⁾가 보고한 바지락의 중성지방의 지방산 조성에서 $C_{16}:0$, $C_{16}:1$, $C_{18}:0$ 및 $C_{20}:5$ 가 주성분을 이루고 있다고 하였는데, 각 시료의 지방산 조성 그 함량은 서식하는 장소(수심), 수온, 식성 등의 여러가지 요인에 의하여 다소 차이가 있었다고 하였다.

저장 중의 포화 지방산은 내장을 포함한 육이 저장 첫날에 45.2%로서 큰 변화가 없었고 저장 70일까지 증가하다가 저장 90일에는 43.9%로 감소하였으며, $C_{17}:0$, $C_{18}:0$ 가 저장 초 1.6%, 0.18%에서 저장 90일에 2.8%와 1.3%로 증가를 보였고 생육과 blanching한 육에서도 저장 초기에 포화 지방산이 33.7%와 35.5%에서 저장 90일에 38.9%와 44.3%로 약

간 증가를 보였다. 생육에서는 $C_{14} : 0$, $C_{18} : 0$ 가 저장 초기 3.6%, 6.8%에서 저장 90일에 4.9%, 10.4%로 증가를 보였고, blanching한 육에서도 $C_{14} : 0$, $C_{15} : 0$, $C_{16} : 0$, $C_{18} : 0$ 가 약간 증가하였다. Monoenoic acid는 모두 변화가 적었으나 polyenoic acid에서는 내장을 포함한 육과 생육 그리고 blanching한 육에서 $C_{20} : 5$ 이 저장 첫날에 각각 12.6%, 20.7%, 23.7%에서 저장 90일에 14.2~18.1%로 감소하였다.

C. 당지질의 지방산 조성의 변화

시료 중의 총 지질에서 분획된 당지질의 지방산과 동결 저장 중의 지방산 변화는 <표 9>, <표 10>, <표 11>과 같다. 내장을 포함한 육에서의 당지질을 구성하는 지방산은 $C_{16} : 0$ (16.7%), $C_{18} : 0$ (12.0%), $C_{20} : 1$ (12.1%), $C_{20} : 5$ (12.2%), $C_{22} : 6$ (10.0%)로 가장 많고, 그 외 $C_{14} : 0$ (4.0%), $C_{18} : 1$ (4.6%), $C_{22} : 2$ (4.8%)가 함유하여 구성 지방산의 주성분을 이루며, 생육에서는 $C_{16} : 0$ (17.9%), $C_{18} : 0$ (16.3%), $C_{18} : 1$ (14.3%), $C_{20} : 1$ (7.9%) $C_{20} : 5$ (12.3%), $C_{22} : 6$ (10.3%)로 가장 많고 blanching한 육에서는 $C_{16} : 0$ (17.7%), $C_{18} : 0$ (8.6%), $C_{18} : 1$ (9.7%), $C_{22} : 6$ (12.8%)였으며, 특히 blanching한 육에서는 $C_{14} : 0$ (5.8%), $C_{16} : 1$ (3.6%), $C_{15} : 0$ (3.0%), $C_{14} : 1$ (2.9%)로 높게 나타났다. 이러한 분석 결과는 총지질, 증성지질의 지방산 조성과 같이 polyenoic acid의 함량이 많았다.

저장 중의 포화 지방산의 변화는 내장을 포함한 육이 저장 첫날 41.3%에서 저장 7일에 45.7%로, 저장 90일에 44.1%로 증가하였으며, 생육에서는 41.3%에서 저장 55일까지 41.6%로 거의 변화가 없다가 저장 90일에 46.3%로 그 비율이 증가하였다. blanching한 육에서는 저장 초기에 46.5%에서 저장 40일에 45.7%로 감소하다가 저장 90일에 48.3%로 증가하였다. Monoenoic acid의 저장 중의 변화는 내장을 포함한 육이 저장 초기에 20.1%에서 저장 70일까지 23.9%로 큰 증가를 보이지 않다가 저장 90일에 28.6%로 증가하였으며, 생육에서는 24.8%에서 저장 7일에 26.9%로 증가하다가 약간 감소하였으며, blanching한 육에서는 23.9%에서 저장 7일에 30.3%로 크게 증가한 후 저장 90일에는 23.4%로 감소하였다. polyenoic acid는 내장을 포함한 육이 38.6%에서 저장 90일에 27.4%, 생육에서는 33.8%에서 28.3%, blanching한 육에서는 29.6%에서 28.3%로 내장을 포함한 육에서의

불포화 지방산의 변화가 컸으며, blanching한 육에서의 불포화 지방산의 변화는 저장 기간 동안 적었으나, 포화 지방산 중 $C_{14} : 1$, $C_{15} : 0$, $C_{16} : 0$, $C_{17} : 0$ 와 Monoenoic acid 중 $C_{14} : 1$, $C_{16} : 1$ 은 저장 기간에 증가하였고, polyenoic acid 중 $C_{18} : 3$, $C_{18} : 4$, $C_{20} : 5$, $C_{22} : 2$, $C_{22} : 3$, $C_{22} : 4$, $C_{22} : 5$, $C_{22} : 6$ 은 감소하였으며, 특히 $C_{20} : 5$ 와 $C_{22} : 6$ 의 감소율이 컸다.

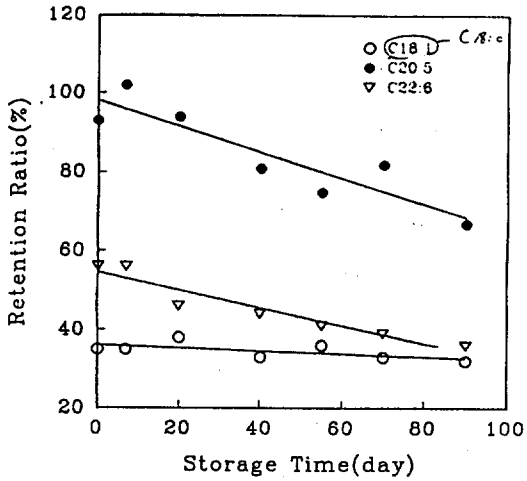
D. 인지질의 지방산 조성의 변화

각 시료의 인지질의 지방산 조성 변화를 분석하여, 그 결과를 <표 12>, <표 13>, <표 14>에 나타내었다. 인지질의 주요 지방산은 총지질, 증성지질 및 당지질과 마찬가지로 $C_{16} : 0$, $C_{18} : 0$, $C_{18} : 1$, $C_{20} : 5$, 및 $C_{22} : 6$ 이었으며, 당지질과는 달리 포화 지방산의 함량이 적었다. 동결 저장 중의 변화는 내장을 포함한 육의 포화 지방산이 저장 첫날 40.8%에서 저장 90일에 50.8%로 증가하였으며, 생육에서는 40.7%에서 저장 90일에 48.7%로 증가하였다. 그리고 blanching한 육은 39.5%에서 저장 90일에 45.1%로 증가하였다. Monoenoic acid는 내장을 포함한 육이 20.8%에서 16.5%, 생육에서는 19.6%에서 저장 70일에 24.6%로 증가하다가 저장 90일에 18.4%로 감소하였으며, blanching한 육은 17.0%에서 저장 90일에 22.2%로 증가하였다. polyenoic acid는 내장을 포함한 육에서는 38.5%에서 저장 55일에 29.8%였으며, 저장 90일에는 32.8%, 생육이 39.7%에서 저장 90일에 33.9%, blanching한 육에서는 43.5%에서 32.8%로 감소하는 경향을 보였으며, 특히 $C_{20} : 5$, $C_{22} : 3$, $C_{22} : 4$, $C_{22} : 5$, $C_{22} : 6$ 의 감소가 가장 컸다.

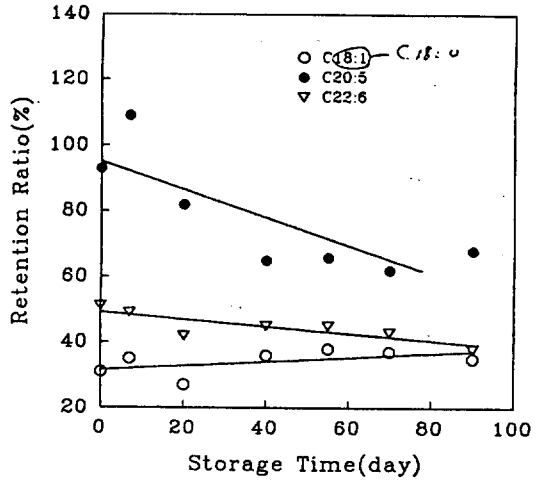
Lee 등⁵¹⁾은 신선한 정어리를 5°C에서 10일간 저장시 polyenoic acid의 함량이 감소하며 Monoenoic acid는 증가한다고 하고, 이때 $C_{20} : 5$ 와 $C_{22} : 6$ 은 각각 13.8%와 11.2%에서 10.3%와 8.5%로 감소하였다고 하였고, 庄野 등⁵²⁾은 고등어를 저온(5°C~25°C)에 저장하면서 지질의 산패 정도를 실험하여 보고한 바에 따르면 지질의 산화와 가수분해로 인한 유리 지방산의 증가가 상당히 진행되며, 특히 극성지질의 산화로 인한 DHA의 감소가 걱정하다 하여 본 실험의 경향과 일치하였다.

E. 산화 안정성

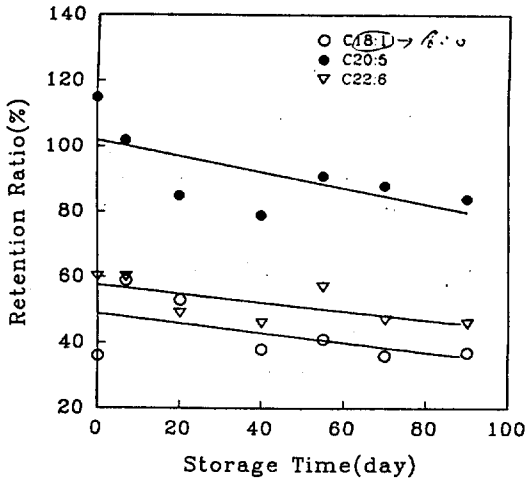
<그림 8>, <그림 9>, <그림 10>에서는 중요한 불포화 지방산의 저장 중의 산화 안정성을 보기 위하여



<그림 8> Retention ratio of fatty acids to the content of $C_{18}:0$ acid in muscle and viscera of Korean geoduck during frozen storage at -20°C .



<그림 10> Retention ratio of fatty acids to the content of $C_{18}:0$ acid in blanched muscle of geoduck during frozen storage at -20°C .



<그림 9> Retention ratio of fatty acids to the content of $C_{18}:0$ acid in raw muscle of Korean geoduck during frozen storage at -20°C .

저장 중 변화량이 적은 $C_{18}:0$ 에 대한 백분율로 나타내었다. 내장을 포함한 육에서는 $C_{18}:0$ 이 저장 첫날에 35% 정도였으나 저장 90일에 32%로 변화가 없었으나 $C_{20}:5$ 와 $C_{22}:6$ 은 저장 첫날에 $C_{18}:0$ 의 93%, 56%이던 것이 저장 90일에 67%와 36%로 감소하였으며, 생육에서도 마찬가지로 저장 첫날에 $C_{20}:5$ 와 $C_{22}:6$ 이 각각 115%, 60%이던 것이 저장 90일에 84%, 46%로 감소 현상을 보였고, blanching한 육에서는

$C_{18}:0$ 이 저장 첫날에 31%에서 35%로 약간 증가를 보인 반면 $C_{20}:5$ 와 $C_{22}:6$ 은 저장 첫날에 93%, 51%에서 저장 90일에 68%, 38%로 감소하고 있는 것으로 나타나 지방산의 감소가 고도 불포화 지방산인 $C_{20}:5$ 와 $C_{22}:6$ 에 중점적으로 일어나는 것을 알 수 있다.

(5). 단백질 조성의 변화

코끼리조개의 단백질 조성의 변화는 <표 15>와 같다. 근원 섬유 단백질이 29%, 근형질 단백질이 37%, alkali-soluble 단백질이 22%, stroma가 12%였는데, 이는 전복 근육의 단백질 조성은 수용성구분이 19~22%, 염용성구분이 27~39%, 알칼리가용성구분이 20~26%, stroma가 20~28%이라고 한 Pyeun⁵³⁾과 비교해 볼 때 염용성 및 stroma protein이 비교적 적게 나왔다. 동결 저장 중 단백질의 변화는 동결 7일에 근원 섬유 단백질이 29%, 근형질 단백질이 37%, alkali-soluble 단백질이 22%, stroma가 12%이던 것이 저장 35일에 근원 섬유 단백질이 28%, 근형질 단백질이 37%, alkali-soluble이 23%, stroma가 12%로 변화가 없다가, 저장 84일에는 근원 섬유 단백질이 19%, 근형질 단백질이 35%, alkali-soluble이 31%, stroma가 15%로서 염용성 단백질인 근원 섬유 단백질과 근형질 단백질이 감소하는 데 반하여 alkali-soluble과 stroma는 상대적으로 증가하였는데, 이는

Song 등²⁰⁾의 키조개와 새꼬막을 비교해 본 것과 유사한 결과이며, 특히 수용성 단백질이 많이 나타나는 것은 연체류의 공통적인 현상으로 생각되며, 土室⁶⁴⁾은 오징어 근육에서 myosine을 추출할 때 protease 저해제나 EDTA의 첨가에 의해서만 myosine의 추출이 가능하였다고 보고하였는데, 이로 미루어 볼 때 코끼리조개의 경우에도 신선한 패주육에서 조차 염용성 단백질이 비교적 적은 것은 myosine 자체의 불안정성, protease의 작용 혹은 Ca^{2+} 의 작용 등의 영향으로 myosine protein이 추출 중 어느 정도 변성되었거나 근원 섬유 단백질인 myosine이 인접한 단백질 분자간에 cross-linking을 형성하여 추출률이 감소되기 때문으로 사료된다. 그러므로 myofibrillar protein의 동결 변성의 본체는 actomyosine인 것으로 추측된다. 한편 Pyeon 등²⁰⁾은 말리치 육을 부패 미생물의 발육과 효소 활성을 억제한 조건에 해당되는 0°C에서 선도 변화에 따른 단백질 조성 변화들을 측정할 결과, 근형질 단백질과 근원 섬유 단백질은 감소하여 단백질 조성 측정을 위한 분획에 사용한 용매에 대하여 용해도가 감소하여, 세포 내 잔사단백질을 분획하는 알카리 용매에로 이행하여 간다고 하였는데, 본 냉동 저장 실험 결과 코끼리조개 중의 alkali-soluble protein 양이 다소 증가한 것도 그와 같은 이유 때문인 것으로 판단된다.

IV. 요약

우리나라 동해안 연안에서만 서식하고 있는 코끼리조개의 식품학적인 자료를 얻기 위하여 계절적 성분 변화와 냉동 저장 중의 지질, VBN, TMAO 및 TMA, Total creatine, NH_2-N 그리고 단백질 변화를 분석하여 비교 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 계절적 성분 변화는 수분이 평균 79.7%이며, 7월이 82.2%로 가장 높고, 10월이 78.1%로 가장 낮았다. 조단백질은 평균 13.7%로, 7월이 12.3%로 가장 낮고 1월에 16.2%로 높았다. 조지방은 평균 1.1%, 회분은 평균 1.4%로서 지방보다 높았다.

2. 휘발성 염기질소의 변화는 저장 첫날에 내장을 포함한 육, 생육, blanching한 육에서 1.6mg/100g, 0.6mg/100g, 1.1mg/100g이었으며, 저장 90일에는 13.5mg/100g, 12.0mg/100g, 10.1mg/100g으로 blanching한 육에서 휘발성 염기질소량의 증가가 적었다.

3. 저장 중의 TMAO의 변화는 내장을 포함한 것과 생육이 저장 첫날에 2.4mg/100g, 2.8mg/100g이던 것이 저장 90일에 0.1mg/100g으로 감소하였고, blanching한 육도 저장 기간 동안 감소하였다. 한편, TMA 함량의 변화는 내장을 포함한 육, 생육, blanching한 육에서 저장 기간에 따라 증가하였다.

4. 동결 저장 중 아미노태질소의 변화는 내장을 포함한 육이 저장 초기에 24.1mg/100g, 생육 17.8mg/100g, blanching한 육 14.2mg/100g이던 것이 저장 90일에 각각 93.1mg/100g, 59.3mg/100g, 62.0mg/100g으로 증가하였다.

5. total creatinine의 변화는 내장을 포함한 육이 12.3mg/100g, 생육 10.5mg/100g, blanching한 육 8.3mg/100g으로서 내장을 포함한 육에서 많았으며, 저장 90일에는 143.3mg/100g, 104mg/100g, 151mg/100g으로 증가하였다.

6. 동결 저장 중의 과산화물 값(peroxide value)의 변화는 저장 초기에 내장을 포함한 육과 생육, blanching한 육에서 각각 0.41meq/kg, 0.38meq/kg, 0.44meq/kg이던 것이 증가를 보이다가, 저장 90일에는 3.72meq/kg, 3.72meq/kg, 1.44meq/kg으로 증가하였으며, 특히 내장을 포함한 육에서의 과산화물 값의 증가가 높았다. 그러나 전체적인 함량은 적었다.

7. 총지질의 지방산 조성 중 포화 지방산은 내장을 포함한 육이 39.3%, 생육 37.0%, blanching한 육 39.6%이며, 주요 지방산은 $C_{14}:0$, $C_{16}:0$, $C_{18}:0$ 였으며, Monoenoic acid은 내장을 포함한 육이 19.8%, 생육 22.2%, blanching한 육 22.4%이고, 주요 구성 지방산은 $C_{16}:1$, $C_{18}:1$, $C_{20}:1$ 이었다. 그리고 polyenoic acid은 내장을 포함한 육이 40.9%, 생육 40.8%, blanching한 육 38.0%로서 내장을 포함한 육의 함량이 높았으며, 주요 구성 지방산은 $C_{20}:5$, $C_{22}:6$ 이었다. 동결 저장 중의 변화는 포화 지방산이 내장을 포함한 육, 생육, blanching한 육이 각각 39.3%, 36.9%, 39.6%에서 저장 90일에 44.8%, 41.9%, 42.6%로 증가하였으며, 반대로 불포화 지방산은 내장을 포함한 육, 생육, blanching한 육이 40.9%, 40.8%, 38.0%에서 저장 90일에 31.4%, 34.3%, 34.0%로 감소하였으며, Monoenoic acid의 변화는 동결 저장 기간 중 약간 증가하였다.

8. 중성 지질의 지방산 조성 중 포화 지방산은 내장

을 포함한 육이 45.2%, 생육 33.7%, blanching한 육 35.5%이며, Monoenoic acid은 내장을 포함한 24.4%, 생육 25.1%, blanching한 육 23.8%이고, polyenoic acid은 내장을 포함한 육 30.4%, 생육 41.2%, blanching한 육 40.7%이며, 주요 구성 지방산은 $C_{14} : 0$, $C_{16} : 0$, $C_{18} : 0$, $C_{16} : 1$, $C_{18} : 1$, $C_{20} : 1$ 그리고 $C_{20} : 5$, $C_{22} : 6$ 이고, 저장 중의 변화는 총 지질과 같이 불포화 지방산의 변화가 가장 심했다.

9. 당지질의 지방산 조성은 $C_{16} : 0$, $C_{18} : 0$, $C_{20} : 1$, $C_{20} : 5$, $C_{22} : 6$ 이 가장 많고 그 외 $C_{14} : 0$, $C_{18} : 1$, $C_{22} : 2$ 도 주요 구성 지방산이었다. 저장 중의 변화는 포화 지방산이 저장 기간 중에 증가하였으며, 반대로 불포화 지방산은 감소하였다.

10. 인지질의 지방산 조성은 중성 지질과 같이 $C_{16} : 0$, $C_{18} : 0$, $C_{18} : 1$, $C_{20} : 5$, $C_{22} : 6$ 이며, 동결 저장 중의 변화는 당지질과 마찬가지로 포화 지방산의 증가에 상응하여 불포화 지방산의 감소가 있었으며, 특히 고도 불포화 지방산이 저장 중에 변화가 가장 심했다.

11. 단백질의 조성은 sarcoplasmic protein이 37%, myofibrillar protein이 29%, alkali-soluble이 22%, stroma가 12%로 나타났고, 저장 중에는 sarcoplasmic과 myofibrillar가 약간 감소하였으며, 반대로 alkali-soluble과 stroma는 저장 기간 중 증가하였다.

문 헌

- 1) 李哲鎭. 韓國의 水産醱酵食品, 裕林文化社, 129(1987).
- 2) 李應昊. 下在亨, 金洙賢, 鄭承鎭. 貝類의 加工適性(1). 바지락의 가공적성. 韓國水産學會誌, 8(1), 20(1975).
- 3) 李應昊. 金又俊, 金世權, 趙德濟. 貝類의 加工適性(4). 진주담치의 加工適性. 韓國水産學會誌, 13(1), 23(1980).
- 4) Lee, E.H., J.H. Ha., Y.J. Cha., K.S. Oh and C.H. Kwon. Preparation of powdered dried sea muscle and anchovy for instant soup. Bull. Korean Fish. Soc., 17(4), 299(1984).
- 5) Takagi, I and W.S. Simidu. Lipid oxidation and hydrolysis in dried anchovy products during drying and storage. Bull. Japen. Soc. Sci. Fish., 53(8), 1463(1987).
- 6) Hujita, M., S.Yeh and S. Ikeda. Studies on chemical components of Japanese pearl-oyster meat-I. Constituents of the extracts of adductor muscles. Bull. Japan Soc. Fish. 34(2). 146(1968)
- 7) 趙永濟. 崔俊. 永結点附近에서 魚類保存의 有効性. 冷凍空調工學, 6(1), 1(1987).
- 8) Granelle, M and R. V. Josephson. Chilled and frozen storage stability of the Durple-Hinge rock scallop. J. Food. Sci. 47, 1654(1982)
- 9) 新井健一. 水産無脊椎動物筋肉中の 酸可容核酸成分 1. 貝類筋肉中の 酸可溶核酸成分に及ぼす 貯藏温度の影響 2. 日北大水産業報 11, 67(1960).
- 10) 田代豊雄. 近藤秀子. 酒井利子. ひめがひの 食品學的 研究(제1보). 遊離アミノ酸類, こはく酸および核酸關聯物質の含有量. 日食工誌 11(11), 18(1967).
- 11) 鴻巢章二. 魚貝類の味. 日本食品工業學會誌 30(9), 38(1973).
- 12) 河礎桓. 宋大鎮. 李應昊. 오분자기의 呈味成分에 關한 研究. 韓國水産學會誌 15, 117(1982).
- 13) 김홍진. 문숙임. 조용계. 피조개의 日乾중 유리아미노산의 變化. 韓國營養食糧學會誌 14(4), 339(1985).
- 14) 柳炳浩. 李應昊. 焙乾담치의 呈味成分에 關한 研究. 韓國水産學會誌 11(2), 65(1978)
- 15) 崔佑鉉. 진주담치의 成分에 關한 研究. 韓國水産學會誌 3(1). 38(1970)
- 16) 朴榮浩. 朴華述. 李應昊. 진주담치乾燥中の nucreotide의 變化. 韓國水産學會誌 7(3), 163(1974)
- 17) 許遇德. 李應昊. 재첩의 呈味成分에 關한 研究. 釜山水大研報 20(1), 31(1980).
- 18) 高木一郎. 清水恒. 水産動物肉に關する研究 xxxiv. 貝類のエキス窒素について(その2). 日水誌 28(12), 1192(1962).
- 19) Shibata. N. The rancidity of oil Sardine cold storag. Bull. Tokai. 102, 51(1980).
- 20) Tsukuda. N. changes in the lipids of sardine during frozen storage. Bull. Tokai Reg. Fish. lab. 94, 51(1980).
- 21) 豐水正道. 花岡研一. 魚の細碎普通肉の-5℃貯藏

- 中における脂質酸化と脂質酸化感受性. 日水誌 46(8), 1007(1980).
- 22) 庄野彦, 豊水正道. 魚肉低溫貯藏中における脂質構成脂肪酸の變化. 日水誌 37(9), 912(1971).
- 23) 橋口亮, 鈴木和威, 松本丈夫. 鮮魚の鮮度低下に伴う K値の變化と 總脂質の劣化について. 日本食品工業學會誌 31(1), 1(1984).
- 24) 尹好東. 貝類의 脂質組成에 관한 研究. 釜山水產大學大學院. 工學碩士學位論文(1986).
- 25) 尹好東, 下韓錫, 千石祥, 金善奉, 朴榮浩. 굴, 피조개 및 진주담치의 脂質組成에 관한 研究. 韓國水產學會誌 19(4), 321(1986)
- 26) 趙鏞桂, 朴秀鎮, 安哲佑. 재첩의 脂質에 관한 研究. 韓國水產學會誌 15(1), 94(1982).
- 27) 孫良玉, 河奉錫. 3種 貝類의 脂質組成에 관한 研究. 韓國營養食糧學會誌 12(4), 40, 407(1983).
- 28) 宋大鎮. 전복의 凍結에 관한 研究 1. 凍結速度가 전복品質에 미치는 영향. 韓國水產學會誌(1973).
- 29) Song, D.J., J. H. Ha and Y.J. Kang. Studies on freezing of shellfish(5). Quality changes of pen shell during frozen storage. Cheju Nat. Uni. Journal, 24, 75(1987).
- 30) 徐載壽, 李康鎮, 曹震鎮. 煮熟 정어리 肉의 凍結貯藏中의 品質變化. 한수지 16(2), 117(1983).
- 31) 濱本俊策, 大林萬鋪. *Panope japonica* (A. ADAMS)의 大量發生と 漁業實態. 香川縣水產試培技研 14(2), 7(1985).
- 32) Jeong. I.H. Chemical composition in muscle of Korean geoduck, *Panopea japonica* A. ADAMS. J. Dong Hae Coastal Research, 1, 30(1990).
- 33) Folch, J, M. Lee and G.H. Sloane Stanley. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497(1957).
- 34) Asakawa. T and S. Matsushita. A colorimetric microdetermination of peroxide values utilizing Aluminum chloride as the catalyst. Lipids, 15(11), 965(1980).
- 35) 日本厚生省編. 食品検査指針 1. 揮發性鹽基窒素 30(1960)
- 36) Spies. T.R. and D.C. Chamber. Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with their copper salt. J. Biol. Chem., 191, 789(1951).
- 37) Bystedt. J.L. Swenne and H.W. Ass. Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. J. Sci. Food Agric. 10, 301(1959).
- 38) Pyeun. J. Hand T.J. Nam. Change in protein composition of filefish muscle during post-mortem Lapse. Bull. Korean Fish. Soc., 14(1), 15(1981).
- 39) Lee. E.H., S.Y. Chung., S.H. Kim., B.H. Ryu., J. H. Ha., H.G. Oh., N.J. Sung and S.T. Yang. Suitability of shellfishes for processing 3. Suitability of Pacific oyster for processing. Bull. Korean Fish. Soc., 8(2), 90(1975).
- 40) Chung. S. Y and E.H. Lee. The taste compounds of fermented *Acetes chinensis*. Bull. Korean Fish. Soc., 9(2), 79(1976).
- 41) Pyeun. J.H., B.Y. Jeong and K.S. Hwang. Formation of dimethylamine in the course of anchovy fermentation with salt. Bull. Korean Fish. Soc., 9(4), 223(1976).
- 42) Russel. M.S and R.E. Baldwin. Creatine thresholds and implication for flavor meat. J. Food Sci., 40, 429(1975).
- 43) Yang. S.T and E.H. Lee. Sensory evaluation of taste components in the extract of wild common carp and Korean snakehead meat. Bull. Korean Fish, Soc., 15(4), 303(1982).
- 44) 須山三千三, 鴻巢章二. 水産食品學, 恒星社厚生閣, 東京, 56(1987).
- 45) Konosu. S,K. watanabe and T. shimizu. Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts of eight species of fish, Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 40(1989).
- 46) 俞炳眞. 乾魚肉貯藏中의 水分活性과 溫度에 따른 地方酸化速度. 釜山水產大學大學院 碩士學位論文 (1982).
- 47) S. Andou, K. Takama and K. Zama. Interaction between lipid and protein during frozen storage I. Effect of oil dipping on rainbow trout muscle during frozen storage. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Uni. 30(4), 282(1979).

- 48) T. Ohshima, S. Wada and C. Koizumi. Nippon Suisan Gakkaishi, 50, 2091(1984).
- 49) S.Y. Cho, Y. Endo, K. Kujimoto and T. Kaneda. Oxidative deterioration of lipids in Salted and Dried Sardine during storage at 5°C. Nippon Suisan Gakkaishi 55(3), 541(1989).
- 50) 上田正. アサリ脂質地方酸組成と環境温度との關係. 日水誌 40(9), 949(1974).
- 51) Lee. K.H., I.H. Jeong., J.S. Suh., W.J. Jung and C.G. Kim. Utilization of polyunsaturated lipids in red muscled fishes I. Lipid composition and seasonal variation in fatty acid composition of body oil and lipids from different sections of sardine and mackerel. Bull. Korean Fish. Soc., 19(5), 423(1986).
- 52) 庄野壽彦. 豊水正道. 低温貯藏中における魚肉の脂質變化. 日水誌 39(4), 417(1973).
- 53) Pyeun. J.H. Paramyosin of the abalone, *Notohalotis discus*. Bull. Korean Fish. Soc., 5(1), 29(1972).
- 54) 土室陸英. イカ外套膜斜紋筋の生化学的研究. 東京, 1(1978).

Chemical Composition of Korean Geoduck and Changes in Their Composition during Frozen Storage

Hung-Gil CHOI

(Joomoonjin Fisheries High School)

To obtain the principal data for useful treatment and processing of Korean geoduck (*Panope japonica* A. ADAMS) which inhabit mostly at Dong-Hae coastal area in Korea, changes of $\text{NH}_2\text{-N}$, TMAO, TMA, total creatinine, protein composition and fatty acid composition in raw and blanched geoduck muscle during storage at -20°C were investigated. In addition, its chemical composition variation in the whole year was elucidated.

The moisture content in geoduck muscle meat was 78.1% to 82% in the whole year. Particularly, in July its moisture content was maximum as 82% and in September minimum as 78.1%. Crude protein was in the range of 12.3-16.4%, crude lipid the average was 1.5%, crude ash on the average was 1.4%. The abundant fatty acids in geoduck muscle oil were C_{16} : 0, C_{18} : 1, C_{18} : 0, C_{18} : 1, C_{20} : 5, and C_{22} : 6 acids. During storage at -20°C , content of unsaturated fatty acid such as eicosapentaenoic acid (EPA, C_{20} : 5) and docosahexaenoic acid (DHA, C_{22} : 6) in raw geoduck muscle decreased somewhat and the raw geoduck was slightly oxidized. Trimethylamine (TMA), volatile basic nitrogen (VBN) and $\text{NH}_2\text{-N}$ of raw muscle increased compared to blanched muscle. Trimethylamine oxide (TMAO) was slightly decreased during the storage period. The muscle protein was approximately composed of 37% sarcoplasmic, 29% myofibrillar, 22% alkali soluble, and 12% stroma protein. Among several proteins, myofibrillar protein content decreased mostly, while the alkali-soluble and stroma protein content increased slightly during storage at -20°C .

코끼리조개의 성분 조성과 냉동 저장 중의 성분 변화

[부 록]

< 표 3 > Change of fatty acid composition in muscle and viscera of Korean geoduck during frozen storage at -20°C

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	0.53	0.51	0.61	0.18	0.42	0.26	0.06
14 : 0	4.87	4.80	4.75	5.32	5.62	6.78	6.12
15 : 0	1.10	1.07	1.01	1.61	1.68	1.53	1.31
16 : 0	19.75	19.55	20.03	20.91	21.85	21.70	22.93
17 : 0	1.95	1.65	1.93	2.93	2.24	2.20	2.45
18 : 0	8.01	8.92	8.42	8.51	9.69	8.61	10.04
19 : 0	0.83	1.17	1.79	1.25	1.27	1.21	0.75
20 : 0	1.25	1.20	1.01	1.08	1.05	1.02	1.08
21 : 0	1.01	1.01	1.37		0.91	0.11	0.12
Total	39.31	39.88	40.92	41.79	44.73	43.43	44.86
Monoenoic							
14 : 1	0.51	0.38	0.12	0.32	0.42	1.34	1.04
16 : 1	7.28	7.42	8.99	11.20	7.97	8.43	9.63
18 : 1	6.81	6.83	7.59	6.93	7.85	7.26	7.33
20 : 1	4.81	4.76	4.80	4.79	4.64	4.77	5.78
22 : 1	0.40	0.20	0.25	0.10	0.28	0.10	
Total	19.81	19.59	21.75	23.34	21.16	21.90	23.78
Polyenoic							
16 : 2	1.19	1.28	1.47	2.00	1.88	1.00	1.53
18 : 3	0.40	0.83	0.69	0.84	1.10	0.97	0.46
18 : 4	0.72	0.92	0.82	0.55	0.56	0.78	0.63
20 : 4	2.62	1.36	0.47	1.64	1.31	1.90	1.53
20 : 5	18.29	19.95	18.85	16.95	16.32	17.78	15.47
22 : 2	2.45	2.32	2.70	2.05	2.21	2.30	2.02
22 : 3	1.64	1.44	1.31	1.48	1.52	1.31	1.33
22 : 4	1.06	0.87	0.73	0.24	0.08	0.06	0.06
22 : 5	1.36	1.45	1.01	—	0.11	—	—
22 : 6	11.15	11.01	9.28	9.12	9.02	8.57	8.33
Total	40.88	41.43	37.33	34.87	34.11	34.67	31.36

— : trace

<표 4> Change of fatty acid composition in raw muscle of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Staturated							
13 : 0	0.80	0.17	0.25	0.08	0.14	0.79	0.06
14 : 0	3.72	3.56	4.07	3.65	3.90	4.73	4.23
15 : 0	1.75	1.26	1.32	1.88	1.52	1.67	1.26
16 : 0	17.20	18.41	19.23	20.28	18.43	19.86	20.59
17 : 0	1.10	1.64	2.85	2.05	2.64	2.54	2.67
18 : 0	8.84	10.62	8.98	8.88	7.92	8.92	10.03
19 : 0	1.75	1.69	1.12	0.79	1.87	1.25	0.93
20 : 0	1.81	—	1.21	1.34	1.24	1.81	1.53
21 : 0	—	—	—	0.17	0.20	0.11	0.62
Total	36.97	37.53	39.03	39.12	37.86	41.69	41.29
Monoenoic							
14 : 1	1.21	0.19	1.44	1.22	1.38	1.31	2.42
16 : 1	10.32	8.62	8.35	10.02	9.98	9.32	8.46
18 : 1	6.25	10.80	10.27	7.70	7.62	7.14	7.53
20 : 1	4.28	4.43	4.78	4.03	4.41	5.01	5.38
22 : 1	0.12	—	—	0.30	—	—	—
Total	22.18	24.04	24.84	23.27	23.39	22.78	23.79
Polyenoic							
16 : 2	1.43	1.78	2.14	1.92	1.95	1.53	1.66
18 : 3	0.36	—	0.53	0.87	0.76	1.05	1.15
18 : 4	—	1.71	0.92	0.62	0.72	1.10	1.12
20 : 4	1.99	1.04	1.81	1.98	1.89	2.31	2.57
20 : 5	19.80	18.81	16.40	16.11	16.78	17.51	17.29
22 : 2	2.44	1.64	2.25	2.54	2.24	1.80	1.01
22 : 3	1.50	1.04	1.04	1.76	1.66	0.98	—
22 : 4	1.45	1.61	1.61	1.44	1.32	—	—
22 : 5	1.58	—	—	1.11	1.01	—	—
22 : 6	10.30	10.98	9.43	9.26	10.42	9.25	9.49
Total	40.85	38.61	36.13	37.61	38.75	35.53	34.29

— : trace

< 표 5 > Change of fatty acid composition in blanched muscle of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	0.03	0.03	0.07	0.42	0.40	0.38	0.44
14 : 0	3.57	5.22	5.34	5.21	6.62	5.97	6.25
15 : 0	1.10	1.05	1.08	2.12	2.07	2.22	2.08
16 : 0	20.07	20.06	22.12	22.95	20.55	21.28	21.97
17 : 0	3.16	2.23	2.40	3.65	3.65	3.20	3.21
18 : 0	9.01	6.95	9.18	7.29	6.15	7.86	8.21
19 : 0	1.24	0.60	1.05	1.77	1.56	2.01	1.43
20 : 0	1.05	1.42	0.48	—	—	1.30	—
21 : 0	0.41	0.99	—	—	1.29	1.34	—
Total	39.64	38.55	41.72	43.41	42.29	45.46	43.59
Monoenoic							
14 : 1	2.77	0.64	1.82	1.00	1.83	1.67	1.25
16 : 1	9.08	9.75	9.93	7.09	6.90	9.21	9.43
18 : 1	6.20	7.01	6.06	8.35	7.78	7.78	7.25
20 : 1	4.30	6.29	4.26	6.46	5.38	4.69	5.43
22 : 1	—	—	—	—	—	—	—
Total	22.35	23.69	22.07	22.90	21.89	23.35	23.36
Polyenoic							
16 : 2	2.38	1.14	1.27	2.44	2.10	1.87	2.04
18 : 3	1.06	0.51	1.38	2.58	2.66	2.05	1.38
18 : 4	2.51	0.58	1.56	2.11	1.56	1.67	1.87
20 : 4	1.51	1.92	1.67	1.42	3.98	1.46	2.53
20 : 5	18.58	21.85	18.04	14.91	13.62	13.04	14.97
22 : 2	1.20	1.13	1.03	0.97	2.64	0.25	0.91
22 : 3	—	—	1.01	—	—	0.64	0.14
22 : 4	0.52	0.87	1.02	—	—	1.11	1.34
22 : 5	—	—	—	—	—	—	—
22 : 6	10.25	9.76	9.23	9.26	9.26	9.10	8.87
Total	38.01	37.76	36.66	33.69	35.82	31.19	34.05

— : trace

<표 6> Change of neutral lipid in muscle and viscera of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	0.43	0.35	0.19	0.17	0.56	0.16	0.11
14 : 0	6.05	7.93	6.08	6.03	7.94	7.31	6.15
15 : 0	1.83	1.30	1.38	1.28	1.56	1.47	1.21
16 : 0	20.42	21.41	20.75	20.41	20.74	22.54	20.75
17 : 0	1.60	2.89	2.78	1.62	1.53	1.19	2.79
18 : 0	11.71	11.41	11.11	11.48	12.80	12.55	11.02
19 : 0	0.81	0.66	1.67	1.73	0.63	1.66	1.27
20 : 0	2.95	0.79	—	—	0.70	0.05	0.23
21 : 0	0.03	0.90	—	—	—	—	0.45
Total	45.20	47.64	43.96	42.27	46.46	47.93	43.98
Monoenoic							
14 : 1	0.45	0.56	0.52	0.29	1.87	1.20	0.50
16 : 1	8.34	11.07	9.95	9.22	9.22	10.20	11.03
18 : 1	10.17	8.40	7.78	9.43	6.10	10.12	8.51
20 : 1	5.44	5.37	6.25	4.89	5.33	5.20	6.48
21 : 1	—	—	—	—	2.37	—	1.86
Total	24.40	25.40	24.50	23.83	24.89	26.72	28.38
Polyenoic							
16 : 2	2.09	1.52	1.32	1.43	2.60	1.20	1.33
18 : 3	0.33	0.61	1.00	0.67	0.68	0.83	1.05
18 : 4	3.06	0.43	1.30	0.92	0.22	0.59	1.27
20 : 4	0.53	—	1.53	4.43	0.84	0.87	1.61
20 : 5	12.60	14.96	17.05	17.57	15.10	15.86	15.23
22 : 2	2.57	2.04	2.20	—	—	—	1.68
22 : 3	2.56	1.97	1.18	—	0.70	—	—
22 : 4	0.49	0.99	0.38	—	0.28	—	0.52
22 : 5	0.53	—	—	—	—	—	—
22 : 6	5.64	4.45	5.58	8.41	8.24	6.00	4.95
Total	30.40	26.97	31.54	33.43	28.66	26.35	27.64

— : trace

< Ⅱ 7 > Change of neutral lipid in raw muscle of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	0.29	0.29	0.03	0.09	0.16	0.25	0.20
14 : 0	3.57	4.18	4.00	3.88	6.82	7.21	4.89
15 : 0	1.84	1.18	0.79	0.92	1.95	1.70	1.18
16 : 0	17.09	16.46	16.40	15.73	15.09	15.39	15.97
17 : 0	2.86	1.85	1.72	2.83	3.00	2.42	2.98
18 : 0	6.83	7.86	7.17	9.87	10.43	10.85	10.42
19 : 0	0.69	3.47	1.74	1.02	2.17	0.89	1.04
20 : 0	0.50	—	1.30	1.09	0.56	0.15	1.13
21 : 0	—	—	0.46	0.90	—	0.21	0.15
Total	33.67	35.29	33.61	36.38	40.18	39.07	37.96
Monoenoic							
14 : 1	1.65	0.54	0.21	0.35	1.82	0.72	1.51
16 : 1	3.88	8.87	8.67	7.95	10.50	9.02	10.11
18 : 1	8.65	8.75	8.36	7.37	7.28	10.14	8.09
20 : 1	9.88	6.09	5.83	5.47	6.94	7.26	5.25
22 : 1	1.03	0.95	0.99	—	—	—	1.27
Total	25.09	25.20	24.06	21.14	26.54	27.14	26.23
Polyenoic							
16 : 2	2.50	1.06	1.94	0.97	1.46	1.49	1.12
18 : 3	0.48	1.50	1.04	0.88	1.56	0.90	1.08
18 : 4	1.08	1.56	1.07	0.91	1.55	0.75	—
20 : 4	2.81	2.60	3.19	3.97	1.78	1.30	2.62
20 : 5	20.72	21.60	20.46	19.67	15.90	18.83	18.05
22 : 2	1.28	1.06	2.23	2.32	—	—	1.20
22 : 3	1.95	1.63	1.27	1.25	—	—	1.37
22 : 4	—	0.49	—	—	—	—	0.06
22 : 5	—	0.12	—	3.37	—	—	1.05
22 : 6	10.42	7.90	11.14	9.19	11.03	10.52	8.66
Total	41.24	39.52	42.34	42.53	33.28	33.79	35.81

— : trace

< 표 8 > Change of neutral lipid in blanched muscle of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	0.19	0.14	0.05	0.29	0.24	0.33	0.45
14 : 0	5.91	5.14	4.93	5.24	7.65	7.42	6.52
15 : 0	1.21	0.92	0.91	2.17	2.82	2.14	2.33
16 : 0	16.80	17.63	18.45	20.54	21.37	20.34	20.30
17 : 0	1.10	2.91	1.55	3.20	3.61	2.99	1.92
18 : 0	6.86	6.11	9.20	8.35	9.07	10.60	9.12
19 : 0	0.98	0.95	1.43	1.04	1.22	1.44	1.42
20 : 0	1.63	1.58	2.06	0.16	—	1.33	1.32
21 : 0	0.88	—	0.31	0.80	—	1.03	0.92
Total	35.56	35.38	38.89	41.79	45.98	47.61	44.30
Monoenoic							
14 : 1	0.43	0.31	0.39	1.29	1.66	0.92	1.32
16 : 1	10.63	11.01	10.34	8.65	8.74	9.28	9.86
18 : 1	7.49	8.16	8.88	8.50	8.35	8.80	8.321
20 : 1	5.21	4.75	5.29	4.78	6.76	6.42	6.53
22 : 1	—	—	—	—	—	1.26	—
Total	23.76	24.23	24.90	23.22	25.51	26.68	26.03
Polyenoic							
16 : 2	0.96	1.29	1.02	1.79	1.99	1.73	1.82
18 : 3	1.03	0.78	1.26	0.80	0.64	1.00	1.08
18 : 4	0.86	0.68	1.27	1.20	0.78	1.30	1.21
20 : 4	1.52	0.71	1.03	1.29	0.49	0.38	1.11
20 : 5	23.65	24.79	20.89	22.61	16.06	13.98	14.24
22 : 2	—	—	—	—	—	1.48	1.02
22 : 3	1.17	—	0.99	—	0.55	1.06	0.87
22 : 4	—	—	—	—	—	0.42	—
22 : 5	—	0.37	—	—	—	0.34	—
22 : 6	11.49	11.77	9.76	7.28	8.00	4.03	8.32
Total	40.68	40.39	36.22	34.97	28.51	25.72	29.67

— : trace

코끼리조개의 성분 조성과 냉동 저장 중의 성분 변화

<표 9> Change of glycolipid in muscle and viscera of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	1.02	1.20	0.61	0.20	0.89	0.13	0.27
14 : 0	3.98	4.57	4.06	6.70	6.95	7.19	7.60
15 : 0	1.68	2.85	1.54	1.49	1.87	1.33	—
16 : 0	16.69	20.00	20.04	16.76	20.35	20.73	21.77
17 : 0	2.65	2.50	2.59	1.30	3.11	3.09	2.19
18 : 0	12.03	11.49	10.80	12.21	11.20	10.50	10.33
19 : 0	1.67	1.93	—	1.76	1.38	1.16	0.69
20 : 0	1.59	1.17	2.96	1.03	0.53	0.91	1.23
21 : 0	—	—	2.87	2.88	—	0.21	—
Total	41.31	45.71	45.47	44.33	46.28	45.26	44.08
Monoenoic							
14 : 1	0.36	0.41	0.27	0.48	0.39	2.85	5.14
16 : 1	3.05	4.15	3.77	4.00	4.75	6.33	6.72
18 : 1	4.58	7.45	9.27	8.35	6.84	7.86	7.26
20 : 1	12.09	10.48	10.13	8.35	7.66	5.52	9.44
21 : 1	—	0.13	—	—	2.47	1.30	—
Total	20.08	22.62	23.44	21.18	22.11	23.86	28.56
Polyenoic							
16 : 2	2.53	1.33	1.57	2.15	2.17	1.90	1.46
18 : 3	1.16	1.28	1.60	0.07	0.60	1.84	0.65
18 : 4	1.12	3.61	1.24	1.69	4.17	1.16	1.73
20 : 4	1.69	0.41	1.30	6.06	0.39	0.69	—
20 : 5	12.16	15.05	6.68	11.76	13.69	13.89	17.50
22 : 2	4.82	—	4.23	4.64	2.90	2.08	0.81
22 : 3	2.30	—	1.76	—	—	—	—
22 : 4	0.37	—	1.34	—	—	0.28	—
22 : 5	2.47	—	2.34	—	—	—	—
22 : 6	9.99	10.00	9.03	8.12	7.70	9.04	5.22
Total	38.61	31.68	31.09	34.49	31.62	30.88	26.37

— : trace

<표 10> Change of glycolipid in raw muscle of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	0.21	1.57	0.63	0.37	0.26	0.12	0.59
14 : 0	1.32	3.41	1.96	1.70	3.11	4.85	3.83
15 : 0	1.40	1.37	1.25	1.00	1.58	1.60	2.52
16 : 0	17.87	13.90	14.34	15.92	15.75	17.45	16.10
17 : 0	2.11	2.79	2.82	2.00	1.48	2.80	2.69
18 : 0	16.25	16.10	14.62	16.37	15.19	14.97	16.21
19 : 0	2.53	3.71	3.25	2.73	4.24	4.15	4.33
20 : 0	—	—	3.68	2.01	—	1.85	—
21 : 0	—	—	—	1.90	—	—	—
Total	41.34	42.85	42.55	44.00	41.61	47.79	46.27
Monoenoic							
14 : 1	0.28	0.50	2.66	0.12	4.96	3.31	4.53
16 : 1	2.31	6.59	2.37	2.42	2.25	2.95	2.05
18 : 1	14.32	12.66	11.68	15.16	14.41	11.60	12.31
20 : 1	7.92	7.20	7.38	5.00	5.58	8.02	0.36
22 : 1	—	—	—	1.64	—	—	6.14
Total	24.83	26.95	24.09	24.34	27.20	25.88	25.39
Polyenoic							
16 : 2	1.29	1.20	1.02	1.50	0.36	1.93	1.64
18 : 3	1.83	4.34	1.05	1.59	1.07	1.89	1.66
18 : 4	2.92	2.63	1.80	1.46	2.96	0.70	1.86
20 : 4	0.21	2.21	1.00	2.45	0.87	0.90	1.32
20 : 5	12.26	8.84	12.48	13.10	12.93	9.89	12.40
22 : 2	2.01	2.00	1.03	0.32	0.31	—	—
22 : 3	1.33	1.27	1.92	1.68	1.03	0.83	0.86
22 : 4	0.91	0.70	0.87	0.55	0.66	0.62	0.41
22 : 5	0.81	—	2.11	—	—	0.50	0.16
22 : 6	10.26	7.00	10.07	9.00	9.99	10.05	8.03
Total	33.85	30.19	33.35	31.65	30.19	27.31	28.34

— : trace

코끼리조개의 성분 조성과 냉동 저장 중의 성분 변화

<표 11> Change of glycolipid in blanched muscle of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	2.89	0.38	0.73	1.12	0.83	0.54	1.25
14 : 0	5.82	5.54	5.68	5.91	5.60	5.84	5.08
15 : 0	2.97	1.64	1.75	1.69	1.67	2.36	1.32
16 : 0	17.67	17.08	20.12	20.45	21.87	20.60	21.56
17 : 0	2.82	2.44	3.16	3.75	3.29	3.13	2.87
18 : 0	8.65	9.82	10.10	11.24	11.01	13.19	12.82
19 : 0	1.72	0.80	1.72	1.54	2.25	2.57	1.93
20 : 0	2.68	3.25	1.24	—	1.01	1.03	0.87
21 : 0	1.24	1.90	—	—	—	1.17	0.62
Total	46.46	42.85	44.50	45.70	47.53	50.43	48.32
Monoenoic							
14 : 1	2.91	0.39	2.80	2.98	3.71	2.55	2.32
16 : 1	3.64	6.15	5.57	5.69	5.93	6.23	5.33
18 : 1	9.70	11.85	9.46	9.22	10.01	9.06	8.92
20 : 1	7.72	11.93	9.87	9.29	5.74	4.16	5.67
22 : 1	—	—	1.35	—	—	2.70	1.11
Total	23.97	30.32	29.05	27.17	25.39	24.70	23.35
Polyenoic							
16 : 2	2.41	3.36	1.46	1.14	2.22	2.04	2.29
18 : 3	2.38	0.04	1.70	2.29	3.18	0.44	0.38
18 : 4	2.46	1.48	2.64	1.27	1.27	1.03	1.36
20 : 4	0.31	1.52	2.14	—	—	0.79	0.42
20 : 5	5.01	11.32	6.61	9.65	15.13	10.64	10.41
22 : 2	1.51	0.15	1.90	0.54	0.28	1.33	1.75
22 : 3	1.71	1.73	—	—	—	1.21	1.57
22 : 4	—	—	—	0.23	—	0.73	—
22 : 5	0.93	—	—	—	—	0.16	—
22 : 6	12.83	7.21	10.00	12.01	5.00	6.50	10.15
Total	29.55	26.81	26.45	27.13	27.08	24.87	28.33

— : trace

<표 12> Change of phospholipid in muscle and viscera of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	0.22	0.44	0.35	0.16	0.44	0.13	0.03
14 : 0	3.55	3.87	3.24	3.08	4.41	4.01	4.88
15 : 0	1.45	1.92	1.29	1.25	2.35	2.05	1.61
16 : 0	22.53	21.08	22.67	22.94	23.55	25.04	29.07
17 : 0	1.71	2.97	2.08	3.62	2.77	3.16	2.94
18 : 0	10.46	10.94	11.43	9.81	11.45	11.92	9.64
19 : 0	0.84	1.66	1.52	1.37	1.45	—	0.35
20 : 0	—	—	—	1.66	1.37	1.47	2.24
21 : 0	—	—	—	—	—	—	—
Total	40.76	42.88	42.58	43.89	47.69	47.78	50.76
Monoenoic							
14 : 1	0.21	0.33	0.34	0.12	0.56	2.41	2.72
16 : 1	5.68	5.40	4.92	4.61	4.89	5.42	4.60
18 : 1	7.46	7.12	5.11	7.31	10.98	8.97	5.61
20 : 1	7.42	7.08	7.61	5.74	6.12	4.83	3.56
22 : 1	—	—	—	—	—	—	—
Total	20.77	19.93	17.98	17.78	22.55	21.63	16.49
Polyenoic							
16 : 2	1.74	2.08	2.38	3.62	2.78	2.41	2.15
18 : 3	1.43	3.81	1.91	2.24	0.97	2.64	1.95
18 : 4	1.50	0.99	1.33	1.17	2.80	0.92	0.38
20 : 4	3.07	1.17	1.47	1.84	1.35	1.38	1.53
20 : 5	14.65	10.01	12.08	13.01	10.45	13.82	10.42
22 : 2	3.53	4.12	3.37	3.67	2.19	—	3.49
22 : 3	2.06	1.12	1.92	2.10	1.12	—	1.63
22 : 4	1.56	0.88	1.36	—	1.08	—	2.08
22 : 5	0.97	1.19	1.61	—	—	—	2.01
22 : 6	7.94	11.81	12.01	10.69	7.02	9.43	7.03
Total	38.45	37.18	39.44	38.34	29.76	30.60	32.76

— : trace

코끼리조개의 성분 조성과 냉동 저장 중의 성분 변화

< 表 13 > Change of phospholipid in raw muscle of Korean geoduck during frozen at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	0.08	1.10	0.16	0.07	0.06	0.24	0.19
14 : 0	3.92	1.82	2.32	1.89	3.95	2.71	3.80
15 : 0	1.82	1.32	2.03	1.62	1.56	2.21	2.01
16 : 0	19.20	20.18	17.52	21.92	22.90	22.93	23.50
17 : 0	2.87	2.20	4.51	2.75	2.72	2.74	2.87
18 : 0	10.27	11.87	10.99	11.05	7.88	12.68	13.61
19 : 0	0.65	1.64	1.42	0.58	—	—	1.10
20 : 0	1.13	1.07	1.58	2.07	3.40	—	1.59
21 : 0	0.33	—	—	—	—	—	—
Total	40.72	40.29	40.53	41.95	42.47	43.51	48.67
Monoenoic							
14 : 1	2.21	2.36	6.62	3.00	2.46	2.36	0.26
16 : 1	6.57	9.98	9.51	6.05	7.29	7.73	7.82
18 : 1	6.98	7.08	7.43	7.46	7.14	8.65	8.76
20 : 1	3.87	2.92	1.73	4.87	5.92	5.87	1.55
22 : 1	—	—	—	—	—	—	—
Total	19.63	22.34	25.29	21.38	22.81	24.61	18.39
Polyenoic							
16 : 2	2.82	2.52	3.05	2.89	2.46	2.50	2.76
18 : 3	1.33	0.92	0.62	2.41	2.03	2.32	1.32
18 : 4	0.94	1.03	0.30	0.21	2.08	0.54	0.36
20 : 4	1.43	1.81	1.73	1.73	1.15	1.41	2.37
20 : 5	14.07	12.20	12.48	12.43	14.05	9.78	11.72
22 : 2	3.39	2.97	2.29	3.91	2.91	4.13	2.18
22 : 3	2.17	1.87	1.15	2.15	0.08	1.00	0.54
22 : 4	1.44	1.11	1.18	1.01	—	—	2.73
22 : 5	0.98	0.92	0.38	0.90	—	—	—
22 : 6	11.08	12.11	11.00	9.03	9.95	10.20	8.96
Total	39.65	37.46	34.18	36.67	34.71	31.88	33.94

— : trace

< Ⅱ 14 > Change of phospholipid in blanched muscle of Korean geoduck during frozen storage at -20°C.

Fatty acid	Storage period(days)						
	0	7	20	40	55	70	90
Saturated							
13 : 0	0.22	0.07	0.11	0.37	0.41	0.32	0.45
14 : 0	5.79	4.17	4.20	4.69	3.86	2.98	3.81
15 : 0	0.92	1.56	1.13	2.50	2.04	2.43	2.74
16 : 0	18.90	21.16	20.90	21.04	20.83	21.92	21.52
17 : 0	2.04	3.30	2.29	3.75	2.86	2.75	1.87
18 : 0	9.10	7.33	7.73	8.33	8.25	10.92	11.05
19 : 0	1.10	0.79	1.73	0.79	1.77	1.82	1.78
20 : 0	1.39	2.34	—	—	2.88	1.94	1.85
21 : 0	—	1.22	—	—	0.76	0.03	—
Total	39.46	41.94	38.09	41.47	43.66	45.11	45.07
Monoenoic							
14 : 1	0.10	0.37	3.22	4.30	3.13	2.36	1.08
16 : 1	3.97	5.04	6.47	6.42	6.09	7.21	8.44
18 : 1	4.01	5.85	6.47	6.42	6.09	7.21	8.44
20 : 1	8.90	6.57	5.49	6.72	5.10	4.22	5.71
22 : 1	—	—	—	—	—	—	—
Total	16.98	17.83	20.95	21.56	17.81	19.77	22.15
Polyenoic							
16 : 2	1.41	2.70	1.42	1.55	2.54	2.72	2.46
18 : 3	1.01	0.68	2.94	2.29	3.30	2.41	2.41
18 : 4	1.81	1.33	1.83	0.69	1.18	1.94	0.93
20 : 4	2.89	2.12	1.04	1.46	1.44	1.37	2.31
20 : 5	16.97	15.10	18.81	12.01	14.94	10.18	11.25
22 : 2	3.59	2.64	1.75	2.86	2.74	2.81	1.72
22 : 3	2.19	1.75	1.29	1.22	1.49	1.92	1.05
22 : 4	1.67	—	1.04	1.37	1.19	1.74	—
22 : 5	1.78	1.59	0.80	1.41	0.68	—	—
22 : 6	10.24	12.32	10.04	12.11	9.05	10.03	10.65
Total	43.56	40.23	40.96	36.97	38.55	35.12	32.78

— : trace