

## 식품소재로서 어류뼈의 성분 특성

김진수\* · 최종덕 · 구재근<sup>1</sup>

경상대학교 수산가공학과 · 해양산업연구소, <sup>1</sup>군산대학교 수산가공학과

**초 록 :** 수산가공 부산물을 식품소재와 같이 효율적으로 이용하기 위한 일련의 기초 연구로 6종의 어류뼈(대구뼈, 명태뼈, 각시가자미뼈, 민태뼈, 봉장어뼈 및 고등어뼈)에 대하여 식품 성분 특성을 검토하였다. 건물당 조단백질 함량, 콜라겐 함량 및 amino acid 조성비는 민태뼈가 각각 40.7%, 5.86% 및 189 잔기/1,000 잔기로 기타 어류뼈의 28.8~38.8%, 3.94~5.73% 및 160~170 잔기/1,000 잔기 보다 높았으나, 가축뼈 콜라겐의 amino acid 조성비(204 잔기/1,000 잔기) 보다는 낮았다. 각시가자미뼈, 봉장어뼈 및 고등어뼈의 경우 건물당 조지방 함량은 22.8~43.9%이었고, 생리작용을 가지고 있는 EPA 및 DHA 등의 조성비는 15.6~23.8%로 오징어 내장의 그 성분들보다 낮았다. 어류뼈의 무기질은 대부분 칼슘(37.1~38.6%) 및 인(18.0~18.5%)으로 구성되어 있었고, 이들의 함량은 대구뼈(38.1% 및 18.5%) 및 명태뼈(38.6%, 18.3%)가 다른 어류뼈는 물론이고, 가축뼈보다 많았다. 이상의 결과로 미루어 보아 콜라겐 또는 젤라틴 추출 소재로는 민태뼈가, 칼슘 추출소재로는 대구뼈 및 명태뼈가 적절 하였다.(1997년 12월 2일 접수, 1997년 12월 29일 수리)

### 서 론

국내 수산가공공장에서는 수산물 가공중 콜라겐, EPA, DHA, 무기질 등과 같은 유용성분의 함량이 많은 부산물이 대량으로 얻어지고 있다.<sup>1)</sup> 하지만 이들 부산물은 일부 만이 사료 등의 비식용 원료로 이용되고 있을 뿐이고, 대부분이 폐기되어 환경오염 문제를 야기시키고 있어 수산가공 부산물로부터 유용성분을 적절히 추출하여 식용으로 이용할 수 있다면 환경 오염원의 원천적 제거 이외에도 식품자원의 완전 이용이라는 측면에서 상당히 의의가 있으리라 판단된다. 이러한 일면에서 Kim<sup>2,3)</sup>이 어류껍질로부터 젤라틴을 추출하여 연제품의 품질개선제로 검토한 바 있고, 또한 오징어 내장으로부터 지질을 추출 및 정제하여 fast foods의 기능성 개선을 시도한 바 있으며, Montecalvo 등<sup>4)</sup>이 가자미 frame으로부터 단백질 가수분해물의 제조를 시도한 바 있다. 본 연구에서는 콜라겐, 지질 및 무기질이 다량 함유되어 있으면서 부산되는 양이 많은 어류뼈를 식량자원으로 고도 이용하기 위한 일련의 기초 연구로 6종의 어류뼈(대구뼈, 명태뼈, 봉장어뼈, 고등어뼈, 각시가자미뼈 및 민태뼈)에 대하여 식품학적 성분 특성을 검토 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

기능성 식품 소재로 검토한 6종의 어류뼈 중 대구(*Graculus macrocephalus*)뼈는 1996년 9월에 창원에서, 명태(*Theragra chalcogramma*)뼈, 봉장어(*Astroconger myriaster*)뼈 및 고등

찾는말 : 수산가공부산물, 어류뼈, 식품소재, 칼슘  
\*연락처자

어(*Scomber japonicus*)뼈는 1996년 7월에 통영에서, 각시가자미(*Limanda aspera*)뼈 및 민태(*Johnius belengerii*)뼈는 1996년 8월에 부산에서 각각 구입하여 사용하였다. 구입한 어류뼈는 이물질 제거를 위하여 수세 및 탈수한 다음 냉동실(-40°C)에 보관하여 두고 실험에 사용하였고, 어류뼈의 수율은 fish frame(근육이 혼재하여 있는 뼈 부분의 어류가공 잔사) 중량에 대한 어류뼈 중량의 상대비율(%)로 하였다.

#### 일반성분의 측정

일반성분은 상법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법에 따라 측정하였고, 회분은 건식회화법으로 측정하였다.

#### 콜라겐의 분획

어류뼈로부터 가용성 및 불용성 콜라겐의 분획은 Satc 등<sup>5)</sup>의 방법에 따라 실시하였다. 동결 어류뼈를 적당히 세절하고 5배의 증류수를 가하여 waring blender로 교반 및 원심분리(3,000×g, 20분)하였다. 침전물에 대하여 20배량의 0.1 N 수산화나트륨을 가한 후, 교반(4°C, 24시간) 및 원심분리 (3,000×g, 40분)하여 알칼리 가용성획분을 제거하였고, 이와같은 조작은 3회 반복하여 실시하였다. 최종 침전물은 증류수로 수세한 후 10배에 해당하는 0.5 M 아세트산을 가하여 교반(3일) 및 원심분리 (3,000×g, 40분)하고, 이러한 조작을 2회 반복한 후 최종적으로 증류수로 수세 및 투석한 다음 이들 용액을 가용성 콜라겐획분으로 하였다. 침전물에 대하여 5배의 증류수를 가하여 autoclaving (121°C, 60분)한 다음 원심분리(3,000×g, 20분) 및 수세한

용액을 불용성 콜라겐획분으로 하였다. 이들 콜라겐 획분들의 질소함량은 semimicro Kjeldahl 법으로 정량하였고, 구성비는 총 콜라겐함량에 대한 이들 콜라겐 획분들의 상대비율(%)로 하였다.

**구성 아미노산의 측정**

Ampoule에 시료(약 50 mg) 및 6 N 염산(3 ml)을 가하고 밀봉한 후 가수분해(110°C, 24시간)한 다음 glass filter로 여과하여 감압건고하였다. Hydroxyproline을 제외한 일반 아미노산의 경우 상법에 따라 감압건고물을 구연산완충액(pH 2.2)으로 정용하여, 이의 일정량을 아미노산 자동분석기(LKB-4150α, England)로 분석하였다. Hydroxyproline은 Woessner의 방법에 따라 감압건고물을 정용(50 ml)하여 이중 일부(2 ml)에 chloramin T(1 ml)를 가하고, 실온에서 방치(20분)한 다음 60% 과염소산용액(1 ml)을 가한 후 다시 실온에서 방치(5분)하였다. 이어서 p-dimethylaminobenzaldehyde(1 ml)를 가한 다음, 가열(60°C, 20분) 및 냉각하여 흡광도(560 nm)를 측정하였고, 표준 검량곡선으로부터 hydroxyproline의 양을 계산하였다. Proline의 수산화정도는 측정되어진 아미노산조성에서 hydroxyproline+proline 조성비에 대한 hydroxyproline 조성비의 상대비율(%)로 하였다.

**지질의 분획 및 지방산조성의 분석**

Bligh와 Dyer법<sup>7)</sup>에 따라 추출한 어류뼈의 극성 및 비극성 지질의 분획은 Juaneda와 Rocquelin의 방법<sup>8)</sup>에 따라 silica cartridge(Water associates Milford, Massachusettes)를 사용하였다. 즉 총지질(70~80 mg)을 칼럼에 충전한 다음 chloroform(20 ml) 및 chloroform/methanol(49:1, 30 ml)을 이용하여 차례로 추출한 획분을 비극성지질로 하였고, 이어서 methanol(30 ml)로 추출한 획분을 극성지질로 하였다. 지질 조성비는 추출한 획분을 감압건고한 후 이들 중량의 상대비율(%)로 하였다. 총지질 및 분획된 중성지질의 지방산조성을 분석하기 위한 시료는 1.0 N 알코올성 KOH 용액으로 검화한 다음 14% BF<sub>3</sub>-methanol(3 ml)을 가하고 환류가열하여 지방산 메틸 에스테르를 조제하였고, 이를 capillary column (Supelcowax 10 fused silica wall-coated open tubular column, 30 m×0.25 mm i.d., Supelco Ltd., Tokyo)을 장착한 GLC(Shimadzu GC 14A)로써 분석하였다. 지방산의 분석조건은 injector 및 detector(FID)는 각각 250°C, column 온도는 210°C로 하였고, carrier gas는 헬륨(1.5 kg/cm<sup>3</sup>)을 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였다. 지방산의 동정은 표준지방산(Applied Science Lab. Co)과의 retention time을 비교하여 동정하였다.

**무기질 및 인의 정량**

칼슘, 나트륨, 마그네슘, 칼륨, 철, 아연 및 망간 등과 같은 무기질 및 인의 정량은 Tsutagawa 등과 같은 방법<sup>9)</sup>으로 질산을 이용하여 유기질을 습식 분해한 후 inductively coupled plasma spectrophotometer(ICP, Atomscan 25, TJA)로 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분 및 수율**

수산물 가공중 대량으로 양산되는 어류뼈를 식품소재로 이용하기 위하여 검토한 대구뼈, 명태뼈, 각시가자미뼈, 민태뼈, 봉장어뼈 및 고등어뼈의 일반성분은 Table 1과 같고, 수율은 Table 2와 같다. 건물당 조지방 함량의 경우 봉장어 및 고등어와 같은 회유성 어류의 뼈는 각각 43.9% 및 33.7%로 상당히 높았고, 대구, 명태 및 민태와 같은 백색육 어류의 뼈는 2% 미만으로 상당히 낮았으나, 특이하게 각시가자미뼈는 22.8%로 높았다. 건물당 조단백질 함량은 백색육 어류의 뼈(33.5~40.7%)가 회유성 어류의 뼈(28.8~30.3%)보다 높았다. 무기질 함량은 조지방 함량의 경향과는 달리 대구뼈, 명태뼈 및 민태뼈의 경우 60% 이상으로 높았고, 각시가자미뼈, 봉장어뼈 및 고등어뼈의 경우 40% 이하로 낮았다. 수율은 각시가자미뼈가 70.0%로 가장 높았고, 다음으로 고등어뼈(66.7%), 봉장어뼈(56.5%) 등의 순이 있으며, 대구뼈(26.9%), 명태뼈(17.9%) 및 민태뼈(18.3%)의 경우 상당히 낮았다. 이상의 일반성분 및 수율의 결과로 미루어 보아 콜라겐 및 무기질의 추출소재로는 대구뼈, 명태뼈 및 민태뼈가, 지질의 추출소재로는 각시가자미뼈, 봉장어뼈, 고등어뼈가 검토 대상이 되는 부산물로 사료되었다. 한편, 수율의 결과로 미루어 보아 대구, 명태 및 민태의 frame에는 근육도 다량 존재하여 식품소재로서 근육단백질도 이용 가능 하리라 판단되었다.

**콜라겐의 함량 및 아미노산조성**

어류뼈의 총질소, 가용성 및 불용성 콜라겐 질소의 함량은 Table 3과 같다. 어중에 관계없이 어류뼈의 질소성분은 콜라겐 질소가 전체의 80% 내외로 대부분을 차지하였고,

**Table 1. Proximate compositions of fish bones (g/100g)**

Fish names	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Crude ash
Cod	56.4	0.2(0.5) <sup>1)</sup>	16.9(38.8)	27.3(62.6)
Alaska pollack	54.9	0.8(1.8)	15.1(33.5)	28.5(63.1)
Yellowfin sole	58.3	9.5(22.8)	15.8(37.9)	16.0(38.4)
Hoki	64.9	0.4(1.1)	14.3(40.7)	21.4(61.0)
Conger eel	50.7	21.8(43.9)	14.2(28.8)	12.6(25.0)
Mackerel	51.1	16.5(33.7)	14.8(30.3)	17.1(35.0)

<sup>1)</sup>Dry basis

**Table 2. Morphological characteristics and yields of fish bones**

Common names	Fish frames		Fish bones		Muscle weight (g)
	Length (cm)	Weight (g)	Weight (g)	Yields <sup>1)</sup> (%)	
Cod	51-56	245-253	66-69	26.9	179-184
Alaska pollack	28-32	140-150	24-28	17.9	116-122
Yellowfin sole	17-19	19-22	11-15	70.0	5-8
Hoki	28-32	129-133	22-25	18.3	106-108
Conger eel	42-46	21-25	12-14	56.5	9-11
Mackerel	17-19	8-10	5-7	66.7	3-4

<sup>1)</sup>Yields(%) = (fish bone weight/fish frame weight) × 100

**Table 3. Collagen contents of fish bones (g/100 g, dry basis)**

Fish names	Total-N	Collagen-N		
		Insoluble	Soluble	Total
Cod	6.81	5.18(76.1) <sup>1)</sup>	0.55(8.1)	5.73(84.1)
Alaska pollack	5.88	3.91(66.5)	0.55(9.4)	4.46(75.9)
Yellowfin sole	6.64	4.89(73.6)	0.56(8.4)	5.46(82.2)
Hoki	7.14	5.75(80.5)	0.11(1.5)	5.86(82.1)
Conger eel	5.05	3.59(71.1)	0.35(6.9)	3.94(78.0)
Mackerel	5.32	4.18(78.0)	0.21(3.9)	4.39(82.5)

<sup>1)</sup>Percentage to total-N content

또한 이 중에서도 불용성 콜라겐 질소가 90% 이상을 차지하였다. Takahashi 등<sup>10)</sup>은 돼지뼈로부터, Kim과 Cho<sup>11)</sup>는 어류껍질로부터 콜라겐을 추출하여 그 조성을 살펴 본 결과 돼지뼈 콜라겐의 경우 대부분이 불용성으로, 어류껍질의 경우 대부분이 가용성으로 구성되어 있었다고 보고한 바 있다. 한편 Kim 등<sup>12)</sup>은 콜라겐의 경우 섬유아세포에서 생합성되어 가용성 콜라겐이 형성되었고, 이러한 가용성 콜라겐은 lysine 잔기 간의 공유결합을 형성하는 등의 효소작용에 의해 불용성 콜라겐으로 변화하였다고 보고한 바 있다. 따라서 이러한 보고들<sup>11,12)</sup>로부터 미루어 볼 때 어류뼈로부터 콜라겐을 추출하여 이용하고자 하는 경우 분자간 가교를 절단하여 추출하기 용이하도록 처리하는 알칼리 침지 시간은 분자간 가교결합이 적은 어류껍질보다는 길고, 분자간 가교결합이 많은 가축뼈보다는 짧으리라 추측되었다. 총 콜라겐 질소 함량은 조단백질 함량의 경향과 같이 민태뺨가 5.86%로 가장 많았고, 다음으로 대구뼈(5.73%), 각시가자미뼈(5.46%), 명태뼈(4.46%) 등의 순이었다. 이 중 민태뺨 콜라겐은 불용성 콜라겐이 98.1%로 거의 대부분을 차지하였다.

**Table 4. Amino acid composition of insoluble collagens extracted from fish bones (Residues/1,000 residues)**

	Cod	Alaska pollack	Yellowfin sole	Hoki	Conger eel	Mackerel	Pig bone <sup>2)</sup>
Hyp	58	60	59	76	62	66	96
Asp	55	61	53	51	53	50	46
Thr	27	29	23	26	30	28	18
Ser	61	63	69	57	44	48	37
Glu	88	77	82	81	82	79	76
Pro	99	100	104	113	107	104	108
Gly	325	310	325	306	323	328	330
Ala	112	110	115	118	124	122	110
Val	22	20	20	20	28	23	21
Met	16	18	14	13	15	16	5
Ile	13	14	10	11	10	11	9
Leu	25	28	21	20	23	24	27
Tyr	6	7	5	4	6	7	7
Phe	17	18	17	18	17	18	18
Lys	25	25	24	27	26	24	29
His	9	11	17	8	8	7	5
Arg	42	49	42	51	42	44	50
HDP(%) <sup>1)</sup>	36.9	37.5	36.2	40.2	36.7	38.8	47.1
Imino acid	157	160	163	189	169	170	204

<sup>1)</sup>Hydroxylation degree of proline

<sup>2)</sup>This data is quoted from Takahashi *et al.*

어류뼈 콜라겐의 1,000 잔기당 아미노산조성은 Table 4와 같다. 어류뼈로부터 추출한 불용성 콜라겐의 아미노산조성은 추출 소재에 관계없이 glycine이 306~328 잔기로, 전체 아미노산조성의 약 1/3을 차지하여 가장 높았고, 다음으로 alanine(110~124 잔기), proline(99~113 잔기), glutamic acid(77~88 잔기) 및 hydroxyproline(58~76 잔기) 등의 순이었으며, 이들은 전체 아미노산의 65~70%를 차지하였다. 하지만 cystine, methionine, isoleucine, tyrosine, phenylalanine 및 histidine 등은 전혀 존재하지 않았거나 20 잔기 이하로 존재하여 콜라겐 및 젤라틴의 특성에 거의 영향을 미치지 못하리라 생각되었다. 콜라겐 및 이로부터 추출된 젤라틴에 대하여 지대한 영향을 미치는 imino acid의 조성비는 민태뺨 콜라겐의 경우가 189 잔기로 다른 어류뼈 불용성 콜라겐에 비하여 19~32 잔기 정도 많이 함유되어 있었으나, 가축뼈 콜라겐에 비하여는 15 잔기가 적었다. 역시 proline의 수산화정도도 민태뺨 콜라겐이 40.2%로 다른 어류뼈 콜라겐(36.2~38.8%)보다 높았고, 가축뼈 콜라겐의 47.1% 보다는 낮았다. 이러한 결과와 젤라틴의 기능적 특성은 콜라겐의 imino acid의 조성비가 높을수록 높았다고 보고한 Zhu와 Kimura<sup>13)</sup>의 결과로 미루어 볼 때 기능성은 민태뺨 콜라겐 및 젤라틴이 다른 어류뼈 콜라겐 및 젤라틴보다 우수하리라 판단되었으나, 가축뼈 콜라겐 및 젤라틴보다는 낮으리라 생각되었다. 따라서 민태뺨로부터 추출한 콜라겐 및 젤라틴이 가축뼈로부터 추출한 콜라겐 및 젤라틴과 유사한 기능을 가져 식용 및 필름소재 등과 같이 효율적으로 이용하기 위하여는 제조방법의 개선이나 수식처리가 이루어져야 하리라 판단 되었다.

**구성 지질함량 및 지방산 조성**

각시가자미뼈, 봉장어뼈 및 고등어뼈의 지질 추출 소재로서 이용 가능성을 검토한 결과는 Table 5와 같다. 어류뼈로부터 추출한 총지질은 추출소재에 관계없이 중성지질이 96.8~99.4%로 거의 대부분을 차지하여 어류뼈의 경우 대부분이 축적지질로 판단되었다. 유지가공 분야에서 유지의 갈변과 이취의 원인이 된다고 하여 탈검처리로 제거하는<sup>14)</sup> 극성지질 함량은 일반 지질추출 소재의 경우 대체로 10% 내외<sup>15)</sup>이나 어류뼈의 경우 종류에 관계없이 0.6~3.2% 범위로 일반추출 소재보다 훨씬 낮아 탈검 공정의 수율은 상당히 높으리라 예상되었다.

어류뼈에서 추출한 총지질 및 중성지질의 구성 지방산 조성은 Table 6과 같다. 각시가자미뼈유 및 봉장어뼈유는 모노엔산이 각각 40.1% 및 48.4%로 대부분을 차지하였고, 다음

**Table 5. Total lipid (TL), neutral lipid(NL) and polar lipid(PL) compositions of yellowfin sole, conger eel and mackerel bones (g/100 g bone)**

	TL	NL	PL
Yellowfin sole	9.50	9.2(96.8) <sup>1)</sup>	0.3(3.2)
Conger eel	21.8	21.5(98.6)	0.3(1.4)
Mackerel	16.5	16.4(99.4)	0.1(0.6)

<sup>1)</sup>Percentage to total lipid contents

**Table 6. Fatty acid compositions of total lipid(TL) and neutral lipid(NL) of yellowfin sole, conger eel and mackerel bones (Area %)**

	Yellowfin sole		Conger eel		Mackerel	
	TL	NL	TL	NL	TL	NL
14:05	5.8	5.4	4.7	4.9	6.3	5.8
15:0iso	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2
15:0	0.6	0.6	0.4	0.5	0.9	0.9
16:0iso	0.2	0.2	0.1	0.1	trace	0.1
16:0	11.4	10.4	18.2	19.0	21.9	19.8
17:0	1.0	1.0	0.5	0.6	1.1	1.2
18:0	2.3	1.9	2.6	3.0	4.3	4.3
20:0	4.8	4.9	0.2	0.2	0.4	0.4
<b>Saturates</b>	<b>26.9</b>	<b>24.8</b>	<b>26.9</b>	<b>28.5</b>	<b>35.1</b>	<b>32.7</b>
16:1n-1	18.7	19.1	10.3	9.8	5.6	5.1
16:1n-5	0.3	0.3	0.5	0.4	0.6	0.7
18:1n-9	9.5	9.2	34.0	33.5	13.8	13.2
18:1n-7	6.0	6.3	0.6	0.4	3.4	3.5
18:1n-5	0.4	0.5	0.2	0.1	0.2	0.3
20:1n-9	3.1	3.3	1.8	2.1	3.0	3.3
22:1n-7	1.6	1.6	0.7	0.6	3.8	4.3
24:1n-9	0.5	0.4	0.3	0.4	0.7	1.0
<b>Monoenes</b>	<b>40.1</b>	<b>40.7</b>	<b>48.4</b>	<b>47.3</b>	<b>31.1</b>	<b>31.4</b>
16:2n-4	1.2	1.2	0.2	0.3	0.5	0.7
16:3n-4	0.5	1.1	0.7	0.8	0.4	0.5
16:4n-3	1.3	1.3	0.3	0.3	0.3	0.5
18:2n-6	1.3	1.4	1.1	1.3	1.5	1.6
18:2n-4	0.4	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2
18:3n-3	0.6	0.4	0.5	0.7	0.4	0.7
18:4n-3	2.0	2.1	1.0	1.2	2.2	2.3
20:2n-9	0.4	0.6	0.2	0.4	0.1	0.3
20:2n-6	0.6	0.7	0.1	0.3	0.2	0.1
20:3n-3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
20:4n-6	1.7	1.6	1.1	1.1	1.3	1.3
20:4n-3	0.5	0.6	0.9	0.9	0.5	0.5
20:5n-3	14.6	15.0	5.1	4.5	7.1	7.6
21:5n-3	0.6	0.7	0.2	0.2	0.2	0.3
22:4n-6	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2
22:5n-6	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5
22:5n-3	2.0	2.0	1.8	1.8	1.2	1.4
22:6n-3	5.2	4.9	10.6	9.4	16.9	17.0
<b>Polyenes</b>	<b>33.4</b>	<b>34.5</b>	<b>24.7</b>	<b>24.2</b>	<b>33.8</b>	<b>35.9</b>

으로 각시가자미뼈유의 경우 폴리엔산(33.4%) 및 포화산(26.9%)의 순이었으며, 붕장어뼈유의 경우 포화산(26.9%) 및 폴리엔산(24.7%)의 순이었다. 그러나 고등어뼈유의 경우 폴리엔산(35.9%), 포화산(32.7%) 및 모노엔산(31.4%) 간에 큰 차이는 없었다. 총지질을 구성하는 주요 지방산은 각시가자미뼈유의 경우 16:0, 16:1n-7 및 20:5n-3 등이었고, 붕장어뼈유 및 고등어뼈유의 경우 16:0, 18:1n-9 및 22:6n-3 등이었으며, 이들 지방산조성이 전체의 거의 절반 이상을 차지하였다. 이들 3종류 어류뼈의 총지질을 구성하는 성분 중 학습능력 향상, 제암작용, 혈중지질 감소, 혈소판 및 시력 저하 억제, 혈압저하 작용 등과 같은 생리작용을 가진 EPA 및 DHA<sup>16)</sup>의 조성비는 고등어뼈유(23.8%), 각시가자미뼈유(19.8%) 및 붕장어뼈유(15.6%)가 오징어 내장유(31.1%)<sup>17)</sup> 및 말쥐치 내장유(28.1%)<sup>18)</sup>보다 확연히 낮았다. 총지질로부터 분획한 중성지질의 지방산조성 및 주요 구성지방산의 종류는 총지질의 그것과 유사하였는데, 이는 중성지질이 총지질의 96% 이상을 차지하였기 때문이라 판단되었다. 어류뼈의 지질함량, EPA 및 DHA 등의 조성비는 오징어 내장 및 말쥐치 내장의 그것들보다 낮아, 어류뼈의 경우 기능성 지질 추출 소재로서는 의미가 없다고 판단되었다.

#### 무기질 및 인함량

6종의 어류뼈를 대상으로 칼슘, 나트륨, 마그네슘, 칼륨, 철, 아연, 및 망간 등과 같은 무기질 및 인함량을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 어류뼈는 종류에 관계없이 대부분이 칼슘(37.1~38.6 g/100 g ash) 및 인(18.0~18.5 g/100 g ash)으로 구성되어 있었고, 나트륨(1.1~1.5 g/100 g ash), 칼륨(0.4~1.2 g/100 g ash) 및 마그네슘(0.5~0.7 g/100 g ash)은 미량 함유되어 있었으며, 철(1.21~3.55 mg/100 g bone), 아연(2.61~3.99 mg/100 g bone) 및 망간(0.27~2.07 mg/100 g bone)은 흔적량에 불과하였다. 이들 무기질을 회분 100 g 당으로 환산하여 보면 칼슘은 0.928~0.965몰, 인은 0.581~0.597몰로 구성되어 있었고, 이들의 비는 대략 5:3.06-3.16으로 이루어져 있었다. 그리고 hydroxyapatite의 분자식은  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$  이어서 이를 구성하는 성분 중 칼슘과 인의 구성비율은 5:3 이다.<sup>19)</sup> 이러한 사실로 미루어 볼 때 6종의 어류뼈를 구성하고 있는 회분은 대부분이 hydroxyapatite로 이루어져 있다고 판단되었으나, 일부 미량 성분은 인산칼슘

**Table 7. Mineral and phosphorus contents of fish bones**

	Cod	Alaska pollack	Yellowfin sole	Hoki	Conger eel	Mackerel
Crude ash	27.3	28.5	16.0	21.0	12.6	17.1
Ca	104(38.1) <sup>D)</sup>	11.0(38.6)	6.03(37.7)	7.94(37.8)	4.70(37.3)	6.34(37.1)
P	5.06(18.5)	5.22(18.3)	2.89(18.1)	3.78(18.0)	2.27(18.0)	3.11(18.2)
Na	0.30(1.1)	0.42(1.5)	0.18(1.1)	0.25(1.2)	0.15(1.2)	0.22(1.3)
Mg	0.14(0.5)	0.13(0.5)	0.08(0.5)	0.10(0.5)	0.07(0.6)	0.12(0.7)
K	0.17(0.6)	0.13(0.5)	0.10(0.6)	0.10(0.5)	0.05(0.4)	0.21(1.2)
Fe(mg/100 g)	3.25	3.32	2.20	3.55	1.21	2.65
Zn(mg/100 g)	3.50	3.51	3.47	2.61	3.99	3.79
Mn(mg/100 g)	0.90	0.32	0.72	0.58	2.07	0.27

<sup>D)</sup>Percentage to crude ash content

등과 같이 hydroxyapatite 보다 인의 구성비가 많은 것으로 이루어져 있으리라 판단되었다.

한편 Hamada와 Kumagai<sup>20)</sup>는 어류뼈를 구성하는 칼슘의 인산염은 대부분이 생체내에서 안정한 apatit로 구성되어 있고, 또한 함량은 적으나 마그네슘도 칼슘과 동일한 알칼리 토금속류이므로 칼슘화합물과 동일한 형태의 화합물로 존재한다고 보고한 바 있다. 칼슘과 인함량은 명태뼈가 가장 많았고, 다음으로 대구뼈, 민태뼈, 고등어뼈, 각시가자미뼈 및 봉장어뼈 등의 순이었고, 기타 무기질의 함량은 미량이어서 어류뼈 간에 차이가 없었다. Shizuki<sup>21)</sup>는 어류뼈의 경우 천연 칼슘소재이고 또한 인이 적절한 비율로 혼합되어 있어 이를 섭취하는 경우 뼈 형성에 아주 좋아 우수한 칼슘소재라고 보고하였다. 이상의 조회분함량 및 무기성분함량으로 미루어 보아 어류뼈를 무기질 공급원으로 이용하고자 하는 경우 명태뼈 및 대구뼈가 적절하리라 판단되었다.

### 감사의 글

이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 공모과제(자유공모) 연구비에 의하여 연구된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. The fisheries association of Korae (1996) Korean fisheries yearbook. p. 452-461. Jinhyung publishing Co., Seoul, Korea.
2. Kim J. S. (1996) Quality improvement of surim gel from fish with a red muscle by emulsion curd containing a modified fish skin gelatin, *Korean Soc. Agric.I Chem. and Biotechnol.* **39**, 361-367.
3. Kim, J. S. (1997) Quality improvement of fish burger by addition of squid viscera oil, *Korean Soc. Agric.I Chem and Biotechnol.* **40**, 318-322.
4. Montecalvo, Jr. J., S. M. Constantinides and C. S. T. Yang (1984) Optimization of processing parameters for the preparation frame protein product. *J. Food Sci.* **49**, 172-176.
5. Sato, K, R. Yoshinaka, M. Sato and S. Ikeda (1986) A simplified method for determining collagen in fish muscle. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **52**, 889-893.
6. Woessner Jr, J. F. (1961) Determination of hydroxyproline. *Arch. Biochem. Biophys.* **93**, 440-447.
7. Bligh, E. G. and W. J. Dyer (1959) A rapid method of lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* **37**, 911-917.
8. Juaneda, P. and G. Rocquelin (1985) Rapid and convient separation of phospholipids and nonphosphorus lipids from rat heart using silica cartridge. *Lipids* **20**, 40-41.
9. Tsutagawa, Y., Y. Hosogai and H. Kawai(1994) Comparsion of mineral and phosphorus contents of muscle and bone in the wild and cultured horse mackerel. *J. Food Hyg. Soc. Japan* **34**, 315-318.
10. Takahashi, K., A. Suzuki and K. Wada (1989) Gelatinization of pig bone insoluble collagen. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* **36**, 538-542.
11. Kim, J. S. and S. Y. Cho (1996) Screening for raw material of modified gelatin in marine animal skins caught in coastal ofshore water in Korea. *Korean Soc. Agric.I Chem. and Biotechnol.* **39**, 134-139
12. Kim, S. K., E. H. Lee, O. J. Kang and C. S. Kwon (1986) The role of collagen in the cooking and processing of fish and shellfish. *Ref. Eng. Air Con.*, **5**, 5-30.
13. Zhu, X. P. and S. Kimura (1991) Thermal stability and subunit composition of muscle and skin type I collagens from skipjack. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **57**, 755-760.
14. Zama, K. (1970) Oxidation of the phospholipids of aquatic animals, in symposium on oxidation of marine animal lipids. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish* **36**, 867-868.
15. Bosund, I. and B. Granrot (1969) Lipid hydrolysis in frozen baltic herring. *J. Food Sci.* **34**, 13-17.
16. Yazawa, K. and H. Kageyama (1991) Physiological activity of docosahexaenoic acid. *J. Jpn. Oil Chem Soc.* **40**, 974-978.
17. Kim, J. S., J. H. Ha and E. H. Lee (1997) Refining of squid viscera oil. *Korean Soc. Agric.I Chem. and Biotechnol.* **40**, 294-300.
18. Lee, E. H., J. S. Kim, D. S. Joo and P. H. Kim (1992) Characteristics of filefish viscera oil. *Bull. Korean Fish. Soc.* **25**, 236-240.
19. Lee, C. K, J. S. Choi, Y. J. Jeon, H. G. Byun and S. K. Kim (1997) The properties of natural hydroxyapatite isolated from tuna bone. *J. Korean Fish. Soc.* **30**, 652-659.
20. Hamada, M. and H. Kumagai (1988) Chemical composition of sardine scale. *Nippon Susan Gakkaishi* **54**, 1987-1992.
21. Shizuki, O. (1981) Fish bone. *New Food Industry* **23**, 66-72.

---

**Component characteristics of fish bone as a food source**

Jin-Soo Kim\*, Jong-Duck Choi and Jae-Geun Koo<sup>1</sup> (*\*Department of Marine Food Science and Technology and Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea ; <sup>1</sup>Department of Seafood Science and Technology, Kunsan National University, Kunsan 573-400, Korea*)

**Abstract :** As a part of basic investigation for utilizing by-products derived from seafood processing as a food source, a chemical characteristics of fish bones (cod bone, Alaska pollack bone, yellowfin sole bone, hoki bone, conger eel bone and mackerel bone) were investigated. The crude protein (40.7%, on the dry basis) and collagen contents (5.86%, on the dry basis), imino acid composition (189 residues/1,000 residues) of hoki bone were higher than those of the other fish bones, but were lower than those of the animal bone. The crude lipid contents and EPA and DHA compositions of yellowfin sole, conger eel and mackerel bones were 22.8~43.9% on the dry basis and 15.6~23.8%, respectively and were lower than those of squid viscera. The major ash components of the fish bones were found to be calcium and phosphorus and the contents in 100 g crude ash were 37.1~38.6% and 18.0~18.5%, respectively. The calcium and phosphorus contents in 100 g crude ash of cod and Alaska pollack bones were more than those of the animal bones, as well as the others. It may be concluded, from these results, hoki bone can be effectively utilized as a processing material of collagen or gelatin and cod and Alaska pollack bones as a calcium source.

---

Key words : seafood processing by-products, fish bone, food source, calcium

\*Corresponding author