

## 생선비늘의 유효이용을 위한 성분분석

전유진 · 김용태\* · 김세권†

부경대학교 화학과

\*日本 青山學園大學 化學科

## Analysis of Compositions for Effective Utilization of Fish Scales

You-Jin Jeon, Yong-Tae Kim, and Se-Kwon Kim†

Department of Chemistry, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

\*Department of Chemistry, Aoyama Gakuin University, Setagaya, Tokyo 157, Japan

### Abstract

In order to effectively utilize marine processing by-product such as fish scale, chemical compositions for the scale were analyzed. The selected fishes were gray mullet, *Mugil cephalus*, living in the sea and carp, *Cyprinus carpio* in the fresh water, having a lot of scales among the fishes living in seawater and fresh water. And we also investigated the difference in the chemical compositions between gray mullet and carp, depending on both living circumstances. The major components of the scales were found to be crude ash and crude protein which were each about 49% for gray mullet and which were about 20% and 79% for carp, respectively, on the basis of dried scales. The proteins extracted from both scales proved to be collagen through amino acid compositions and SDS polyacrylamide gel electrophoretic pattern. Also this scale collagen was assumed to be Type I collagen because the migration rate of  $\alpha 1$  and  $\alpha 2$  subunit of the collagen were almost the same those as calf skin Type I collagen. Most of proteins from gray mullet was collagen, however, the collagen content in proteins from carp was estimated to be only about 53%, on the basis of the ratio of hydroxyproline to protein. The crude ashes of both scales identified to be hydroxyapatite through element compositions and X-ray diffraction analysis. In conclusion, both fishes in different living circumstances were almost similar to in the chemical compositions but chemical contents for crude ash and crude protein.

*Key words* : fish scale, chemical composition, by-product, gray mullet, carp

### 서 론

1996년도 수산년감<sup>1)</sup>에 의하면 우리나라 수산물의 총어획량은 3,348천톤이고, 수입 및 전년도 재고량을 합친 총공급량은 4,756천톤이다. 우리나라민의 어패류 선호도의 증

가 추세에 따라 수산가공공장의 가공율은 전년도에 비하여 1.3% 증가한 82.3%를 차지함으로써 계속해서 어패류의 가공처리량은 매년 증가가 예상된다. 그러므로 어패류의 가공처리에 의해 어피, 어두, 어뼈, 내장 및 비늘과 같은 비가식부분(어류가공잔사)이 함께 증가하고 있다. 이들 잔사

† Corresponding author

는 어종, 어체의 크기, 자웅(雌雄) 및 어획시기에 따라 다르지만 일반적으로 약 25%라고 가정한다면, 약 1,000천 톤이라는 실로 엄청난 양에 달한다.

현재까지 이들 가공잔사를 활용하여 환경오염예방, 자원 재활용 및 고부가가치 창출(신소재 개발) 등과 같은 효과를 기대한 관련 연구로는 생선껍질로부터 젤라틴의 제조 및 이용<sup>2-9)</sup>, 생선껍질로부터 항산화 펩티드의 분리정제<sup>10)</sup>, 어뼈로부터 젤라틴의 제조<sup>11)</sup>, 어뼈로부터 hydroxyapatite 제조 및 이용<sup>12-15)</sup>, 어류내장 유래 효소 이용<sup>16-19)</sup>, 굴껍질로부터 칼슘제의 개발<sup>20)</sup> 및 갑각류로부터 키틴·키토산 및 그들 유도체의 제조 및 이용 등<sup>21-26)</sup>이 있다. 이에 관한 연구들은 이미 오래전부터 시작되었으며, 현재에는 많은 분야에서 이용되고 있다. 그러나 비늘을 유효하게 이용할 목적으로 연구된 것은 Hamada<sup>27,28)</sup>가 수행한 정어리 비늘에 관한 연구에 불과하다.

따라서 본 연구에서는 수산가공잔사 중 비늘을 고도로 이용하기 위한 연구의 일환으로서, 해산어류 중에 특히 비늘을 많이 함유하고 있는 송어(gray mullet, *Mugil cephalus*)와 담수어 중에서 비늘을 많이 함유하고 있는 잉어(carp, *Cyprinus carpio*)를 선정하여 이들이 서식하는 환경의 차이에 따른 비늘의 성분 조성에서의 차이를 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 원료비늘

사용된 어종은 해산어 중 비늘을 많이 함유하고 있는 송어와 담수어종 중 비교적 비늘을 많이 함유한 잉어이다. 송어는 남천동 수산센터에서 그리고 잉어는 양산시 내수면 양식장에서 각각 구입하여 즉시 어체 중 비늘만을 따로 분리하여 물로 깨끗이 세정한 후 동결건조하여 비늘의 일반 성분(단백질, 지방, 탄수화물, 회분)을 AOAC방법<sup>29)</sup>에 따라 분석하였다.

### 비늘로부터 콜라겐 단백질의 추출

콜라겐 단백질의 추출은 Kimura와 Ohno의 방법<sup>30)</sup>에 따라, 비늘을 0.5N 초산용액에 침지시켜 2°C에서 2일간 방치시킨 후, 원심분리(10,000×g, 20min)하여 상층액만을 취하고 이것을 평면막 장치 시스템(Minitan Ultrafiltration

System; Millipore Co.)의 분자량 한계범위가 30KDa인 막을 사용하여 농축시켰다. 이 용액을 0.05M phosphate buffer(pH 7.5)에서 3일간 투석한 후 동결건조하여 콜라겐 단백질을 얻었다.

### 콜라겐 단백질의 아미노산 분석 및 전기영동

추출한 단백질의 아미노산 조성 분석은 시료 50mg을 정평하여 ampoule에 넣고 6N HCl 2ml를 가하여 봉한 후 110°C에서 24시간동안 가수분해하였다. 분해액을 glass filter로 여과하고 감압건조하여 HCl을 제거한 후 sodium loading buffer(pH 2.2)로 25ml 되도록 정용하였다. 이중 일부를 아미노산 자동분석기(영국 Pharmacia Biotech사, Model Biochrom 20)로 분석하여 전체 아미노산의 함량의 조성을 분석하였다. 그리고 hydroxyproline 함량은 Edwards와 O'brien의 방법<sup>31)</sup>에 따라 다음과 같이 수행하였다. 즉, 시료 50mg을 정평하여 위와 동일한 방법으로 가수분해한 후 여과하고 그 여액을 50°C에서 감압건조한 다음 citrate buffer(pH 6.0~6.5)로 50ml 되도록 정용하였다. 이 용액을 200배 희석하여 2ml 취하고 여기에 0.02M의 Chloroamine-T 1ml와 aldehydeperchloric acid 1ml를 가하고 60°C에서 15분간 반응시킨 후 차가운 물에서 냉각시킨 다음 550nm에서 흡광도를 측정하여 hydroxyproline standard 용액으로 작성된 검량곡선에 의하여 시료 중의 함량을 계산하였다.

비늘에서 추출한 단백질이 콜라겐 단백질인지에 대한 확인은 SDS-PAGE(polyacrylamide gel electrophoresis) 하에서 전기영동하여 소의 껍질에서 추출한 콜라겐과 비교하였다. 즉, 5%의 polyacrylamide gel 농도로 pH 7.0에서 각 시료당 8mA의 전류를 8시간동안 통전시켰고, 고정액(메탄올 : 빙초산 : 물 = 400ml : 70ml : 530ml)과 염색액(고정액 500ml속에 Coomassie brilliant blue 1.25mg) 및 탈색액(메탄올 50ml와 빙초산 75ml를 1L로 정용)에 차례로 넣어서 전기영동 밴드를 확인하였다.

### 회분의 원소분석 및 X-ray 회절분석

회분은 800°C의 전기로에서 고온 처리하여 얻었으며 이것에서 2g 정평하여 황산 10ml와 함께 가열하여 분해한 후 질산용액을 백색연기가 날 때까지 첨가한 다음 그 용액을 50ml로 정용하여 ICP 분광광도계(미국 Thermo Jarrell

Ash사, Model ICP-IRIS)로 무기질 함량을 분석하였다.

비늘 유래 회분의 화학적 조성을 알아보기 위하여 X-ray 회절분석기(일본 Rigaku사, Rigaku Model D/Max-2400)를 이용하여 다음과 같은 조건으로 측정하였다.

X-ray beam : CuK $\alpha$ (50kV, 80mA), 2 $\theta$  range : 10~70°, scanning rate : 2°/min

비늘 유래 회분의 X-ray 회절 패턴은 X-ray 회절 패턴 파일에 입력된 여러 가지 시료들 중 hydroxyapatite(Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(OH))와 Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O, 그리고 SIGMA사의 합성 hydroxyapatite를 비교하여 회분의 무기질 결정상태를 확인하였다.

### 결과 및 고찰

#### 비늘의 일반성분

현재까지 비늘의 유효 이용의 측면에서 보면, 일본에서 단지 비늘을 가열한 후 분말화하여 사료나 비료로서 이용하는 것이 유일한 것으로 알려져 있다<sup>32)</sup>. 따라서 좀 더 효과적으로 이용하기 위해서는 무엇보다도 정확한 성분분석이 선행되어야 할 것이다. 동결건조한 송어 및 잉어비늘에 대하여 조회분, 조단백, 조지방 및 총당함량 등을 Table 1에 나타내었다.

Table 1에 나타난 결과를 보면, 비늘의 주 성분인 조회분과 조단백질의 함량이 해산어와 담수어가 서로 큰 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 해산어인 송어는 조회분과 조단백질이 각각 49.23% 및 48.60%로서 서로 비슷한 함량을 차지하고 있었으나, 담수어인 잉어는 각각 17.69% 및

78.66%로서 단백질의 함량이 압도적으로 높게 나타났다. 그리고 조지방과 총당함량에서는, 송어의 경우 각각 0.77% 및 1.40%로서 총당 함량이 약간 높은데 비하여, 잉어의 경우에는 1.19% 및 0.70%로서 조지방의 함량이 약간 더 높았다. 결과적으로, 해산어인 송어는 담수어인 잉어보다 회분과 당의 함량은 높은데 비하여, 단백질과 지방의 함량은 낮았다.

콜라겐 단백질 특유의 hydroxyproline의 함량을 살펴보면, 송어는 6.44%를 함유하고 있으며 잉어는 7.36%를 함유하고 있다. 통상적으로 콜라겐 단백질 중에 hydroxyproline이 차지하고 있는 비율이 약 18%이기 때문에 조단백질 중 콜라겐 단백질이 차지하고 있는 함량을 계산해 보면, 송어의 경우 비늘 100g을 기준으로 조단백질의 함량 48.60g 중 콜라겐 단백질은 35.78g으로서 약 73.6%를 차지하고 있다. 잉어의 경우에는 조단백질 78.66g 중 콜라겐 단백질이 약 40.89g으로서 약 52%를 차지하고 있다. 이러한 결과에서 보면, 송어에 비해 잉어는 콜라겐 단백질 이외에 다른 종류의 단백질 및 질소화합물을 가지고 있음을 알 수 있다.

Hamada와 Kumagai<sup>27)</sup>는 해산어종인 정어리의 비늘을 대상으로 성분분석을 한 결과 비늘 100g 중 조회분은 53.16g이며 콜라겐 단백질은 41g으로서 이들의 함량이 서로 비슷하게 차지하고 있다고 보고한 바 있다. 이러한 결과는 본 연구에서 분석된 해산어인 송어는 비슷한 결과를 보인데 비하여 담수어인 잉어와는 큰 차이를 보였다.

본 연구결과에서 나타났 듯이 담수어가 해산어보다 조회분의 함량이 매우 낮은 것은 육상에 있는 담수에는 해수에 비해 무기원소들, 특히 칼슘의 함량이 매우 낮기 때문으로 생각된다.

#### 콜라겐 단백질의 아미노산 조성 및 전기영동 패턴

콜라겐은 척추동물이나 무척추동물이나 관계없이 몸의 지지체로서 매우 중요한 역할을 담당하고 있으며, 피부, 힘줄, 연골, 뼈 및 기타 결합조직을 구성하는 있고, 또한 체내에서 가장 풍부하게 존재하는 단백질이다.

어류의 비늘도 마찬가지로 콜라겐이 결합단백질로서 매우 중요한 역할을 가지고 있다는 것이 추측된다. 앞에서 서술하였 듯이 해산어의 단백질 대부분은 콜라겐 단백질이 차지하고 있으나 담수어인 잉어는 콜라겐 단백질이 전체

Table 1. Compositions analysis of gray mullet scale from the sea and carp scale from the land water.

Composition	Content(g/100g scale)*	
	Gray mullet	Carp
Ash	49.23	19.45
Protein	48.60	78.66
(Hydroxyproline)	(6.44)	(7.36)
Carbohydrate	1.40	0.70
Fat	0.77	1.19

\*on the basis of dried scale

단백질 중 약 절반가량만 차지하고 있다. Kimura와 Ohno<sup>30)</sup>의 방법에 따라 산가용성 콜라겐 단백질을 추출하여 아미노산 함량을 분석한 결과, Table 2에서 보는 것과 같이 해산어인 송어와 담수어인 잉어는 서로 큰 차이는 없었다.

Table 2. Amino acid compositions of gray mullet and carp scale

Amino acid	Gray mullet scale		Carp scale scale	
	g/100g	residue/ 1000 residues	g/100g	residue/ 1000 residues
Asx	4.35	34.77	5.03	40.69
Hyp	12.12	98.46	9.91	75.59
Thr	4.98	44.55	4.81	43.57
Ser	4.72	47.87	4.67	47.89
Glx	7.23	52.34	7.68	56.29
Pro	10.67	108.81	12.10	113.32
Gly	22.10	316.10	22.16	318.22
Ala	11.98	143.26	11.57	140.05
Cys	0.13	1.12	0.49	4.36
Val	2.21	20.09	2.41	22.21
Met	0.86	6.18	1.23	8.92
Ile	1.02	8.29	1.44	11.88
Leu	3.27	26.54	3.32	27.27
Tyr	0.98	5.76	0.67	3.96
Phe	1.34	8.61	1.02	6.67
His	0.88	6.09	0.74	5.17
Lys	2.54	18.56	2.51	18.52
Arg	8.60	52.60	8.95	55.40
Total	100	1000	100	1000

콜라겐의 아미노산 조성은 다른 단백질과 매우 특이한 점이 많다. 즉, glycine은 전체 잔기들 중에 약 1/3 가량을 차지하고 있으며, proline과 hydroxyproline과 같은 imino acid들은 약 1/5 정도이며, 또한 alanine은 약 1/9을 함유하고 있다. 이들 4종류의 아미노산들 합치면 전체 아미노산 잔기들 중에 약 70%를 차지하고 있으므로, 매 3잔기 중 2잔기 이상이 이들 아미노산으로 채워져 있다는 것이 된다.

Glycine의 함량을 아미노산 잔기수를 기준으로 보면, 해

산어인 송어와 담수어인 잉어는 각각 31.6% 및 31.8%로서 거의 비슷한 함량을 보였으며, 전형적인 콜라겐의 조성 과 일치하고 있다. 콜라겐의 아미노산 조성에서 가장 특이한 imino acid들의 함량을 보면, 먼저 송어는 proline 및 hydroxyproline의 함량이 각각 10.9% 및 9.8%로서 proline과 hydroxyproline의 함량이 서로 비슷하였으나, 잉어는 proline 및 hydroxyproline 함량이 각각 11.3% 및 7.6%로 proline의 함량에 비해 hydroxyproline이 3.7% 낮게 나타났다. Imino acid들의 함량은 송어가 약 20.7%이며, 잉어는 이보다 1.8% 적은 18.9%였다. Alanine의 경우에는 두 어류 모두 약 14%로 동일한 함량을 보였다.

Hamada와 Kumagai<sup>27)</sup>는 정어리 비늘로부터 산가용성 콜라겐을 추출하여 아미노산 조성을 분석한 결과 glycine, proline 및 hydroxyproline의 함량이 각각 32.4%, 11.1% 및 9.6%로 보고한 바 있어, 이들 결과는 본 실험에서의 송어비늘 유래 콜라겐과 거의 유사한 아미노산 조성을 보여 해산어의 비늘에 함유되어 있는 콜라겐의 시료간 아미노산 함량 차이는 없는 것으로 판단된다. 단지 담수어의 아미노산 조성과 비교에는 imino acid들 중 hydroxyproline 함량이 담수어가 약간 적은 것이 특징으로 나타났다.

콜라겐에서 imino acid들의 함량은 콜라겐의 열안정성과 분자구조, 그리고 콜라겐의 변성온도에 비례하는 것으로 알려져 있다<sup>33)</sup>. 또 浜田<sup>34)</sup>는 imino acid의 함량이 낮으면 콜라겐의 열변성 단백질인 젤라틴의 gelling capacity가 떨어진다고 하였다. 콜라겐의 열변성 단백질인 젤라틴의 겔강도는 일반적으로 소껍질로부터 추출한 젤라틴이 생선껍질 유래 젤라틴보다 높는데, 이는 콜라겐의 imino acid함량은 보통 25%<sup>27)</sup>로 매우 높은 편인데 비하여 생선껍질 유래의 콜라겐 중 imino acid는 약 15%<sup>35)</sup>로 매우 낮는데 기인한다. 이렇게 볼 때, 어류의 비늘로부터 젤라틴을 추출한다면 젤라틴의 겔강도는 소껍질의 것보다는 낮지만 생선껍질의 것보다는 높을 것으로 추정된다.

비늘로부터 추출한 산가용성 콜라겐이 어떤 형태의 콜라겐인지, 그리고 해산어 비늘 및 담수어 비늘 유래의 콜라겐이 서식환경에 따라 서로 차이가 있는지에 관하여 소껍질 유래의 Type I 콜라겐과 비교하여 Fig. 1에 나타내었다.

Fig. 1에 나타난 것처럼 어류의 비늘에서 추출한 콜라겐은 소의 Type I 콜라겐과 마찬가지로 α1사슬 및 α2사슬의 전기영동밴드의 존재를 확인할 수 있기 때문에 비늘에 함

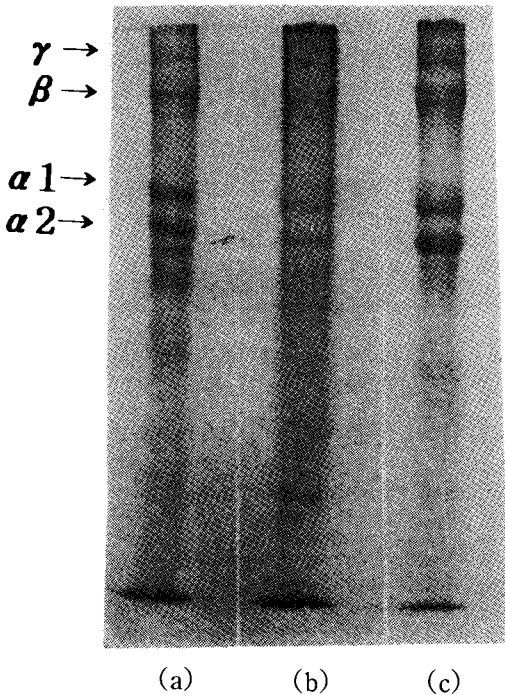


Fig. 1. SDS-PAGE patterns for fish scale collagens and carf skin Type I collagen(a= Gray mullet scale, b=carp scale, c=carf skin Type I collagen).

유되어 있는 콜라겐은 Type I이라는 것을 알 수 있었다. 그리고 β 및 γ사슬을 포함하여 전체적으로 매우 유사한 전기영동패턴을 보여 Type I 콜라겐인 것으로 명확히 확인되었다.

콜라겐은 일반적으로 유래되는 조직에 따라 여러 가지 형태로 나누어진다. 그 중에서도 Type I 콜라겐은 동물의 진피조직, 뼈, 연골 및 힘줄 등 대부분의 조직에서 발견되고 있으며, 또한 각 조직에서 단백질 중 콜라겐이 매우 풍부한 조직에서 쉽게 발견되고 있다<sup>36)</sup>. 이렇게 볼 때, 비늘로부터 추출한 콜라겐도 전형적인 Type I 콜라겐으로 보이며, 이는 비늘에 존재하는 단백질이 대부분 콜라겐이라는 것을 암시해 준다. Hamada와 Kumagai<sup>27)</sup>는 정어리 비늘과 진피로부터 각각 추출한 산가용성 콜라겐의 전기영동패턴을 비교한 결과 거의 동일한 콜라겐이라고 보고하였다.

결론적으로 비늘로부터 추출한 콜라겐은 그것이 해산어종이든 담수어종이든 상관없이 거의 유사한 아미노산 조성 및 전기영동패턴을 보여 동일 물질인 것으로 판단되며, 이

는 일반 동물의 조직중에서 가장 흔하게 발견되는 Type I 콜라겐이라는 것이 확인되었다.

회분의 원소분석 및 X-ray 회절분석

비늘에 콜라겐 단백질과 함께 다량으로 함유되어 있는 조회분을 추출하여 그것의 무기질 원소분석 및 X-ray 회절 분석을 통하여 구조를 추정하고, 이들이 서식환경에 따라 조회분의 주요 화합물에 대한 차이를 비교하였다.

Table 3에서 볼 수 있듯이, 비늘로부터 추출한 조회분의 원소분석에서 칼슘이 조회분 100g당 송어 및 잉어가 각각 52.8g 및 47.5g으로 압도적으로 많았고, 그 다음으로 인의 함량이 각각 19.9g 및 19.0%로 많이 함유되어 있었다. 그리고 마그네슘은 각각 0.4g 및 0.6g이었고, 나트륨은 모두 약 0.4g이었으며, 그 이외의 원소들은 극히 미량으로 함유되어 있었다. 납 및 카드뮴과 같은 중금속의 함량을 보면 대부분 기준치 이하(10ppm)였으나, 담수어인 잉어의 비늘 중에는 납성분이 약 800ppm으로 많이 함유되어 있어, 잉어가 서식한 담수가 납에 의해 상당히 오염되어 있음을 알 수 있었다.

Table 3. Element compositions for ash of gray mullet and carp scale

Element	Content(g/100g ash)		
	Gray mullet scale	Carp scale	Human bone
Ca	52.84	47.52	39.4
P	19.88	18.96	18.0
Ca/P	2.66	2.51	2.18
(weight ratio)			
Ca/P	2.06	1.94	1.7
(mole ratio)			
Mg	0.436	0.57	0.46
K	0.04	0.06	0.16
Na	0.392	0.424	0.91
Zn	0.008058	0.036	
Pb	0.0001>	0.0809	
Cu	0.06628	0.06536	
Cd	0.000816	0.0001>	
Mn	0.013666	0.004734	
Fe	0.006886	0.008172	

비늘 유래의 조회분으로부터 칼슘과 인의 몰비를 검토해 보면, 약 2 : 1의 비율을 보이고 있으며, 이는 사람의 뼈 성분 중에 함유되어 있는 칼슘과 인의 비율인 3 : 2보다 칼슘의 함량이 다소 높게 나타났다. 사람 뼈의 칼슘 대 인의 몰비가 3 : 2로서 전형적인 인산칼슘 형태인 apatite의 화학구조를 가지고 있다는 사실은 널리 알려져 있다. 칼슘의 인산염 형태로서 생체내에서 가장 안정한 화합물은 apatite가 유일하기 때문이다. 그리고 이렇게 볼 때 비늘로부터 추출한 조회분의 인산칼슘형태도 apatite인 것으로 예측될 수 있다. Apatite는  $(M_{10}(RO_4)(OH)_2)$ 의 형태를 가진 결정구조의 총칭을 뜻하는 것으로서, 특히 칼슘, 인 및 hydroxyl기가 규칙적으로 배열된 것을 hydroxyapatite(HAP)라고 부른다. 따라서 비늘로부터 추출한 조회분의 화학적 구조가 일반적으로 척추동물의 뼈나 치아에서 흔히 볼 수 있는 HAP인가를 명확하게 확인하기 위해서는 X-ray 회절에 의한 구조분석이 필요하였다.

비늘 유래의 조회분에 대한 X-ray 회절 중 승어의 것에 대하여 Fig. 2에 나타내었다. 2θ가 26° 부근에서 강한 피크가 나타났으며, 32~34° 부근(31.7°, 32.2°, 32.9° 및 34°)에서 연속해서 4개의 피크를 볼 수 있었으며, 47°, 49° 및 54°에서도 강한 피크가 나타났다. 이것을 database화된 합성 HAP와 비교하였을 때 각각의 2θ 각도에서 나타남

강한 intensity의 피크가 거의 완벽하게 일치한 것으로 나타났다. 다른 칼슘의 인산염형태의 화합물인  $Ca_3(PO_4)_2$ 와의 X-ray 회절 비교에서는  $Ca_3(PO_4)_2$ 가 비늘 조회분에 비하여 2θ가 32~34° 부근 중 32° 부근의 두 번째 피크가 없었기 때문에 HAP에 더 가까운 화합물의 구조를 가지고 있다고 할 수 있다.

Yamada와 Mikumi<sup>28)</sup>는 정어리 비늘의 조회분에 대한 X-ray 회절분석에서 2θ=31.7°에서의 피크 intensity가 HAP보다 낮아 다른 물질의 혼재를 거론하였으나, 본 실험에서 측정된 승어비늘의 것에서는 31.7°에서 매우 큰 피크를 보였다. 그리고 담수어인 잉어비늘에서 추출한 조회분에 대한 X-ray 회절분석 결과는 승어의 것과 완전히 동일한 것으로 나타나 어종의 서식환경에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다(Fig. 3).

다음에 승어 및 잉어비늘로부터 추출한 조회분을 시판되고 있는 합성 HAP와 비교한 결과 2θ=31.2°에서의 차이를 제외하면 거의 완벽하게 일치하였다(Fig. 4). 그런데, 31.2°에서의 강한 피크는 주로  $Ca_3(PO_4)_2$ 의 X-ray 회절분석에서 나타나는 피크로서 결국, 시판되고 있는 합성 HAP에서는 다른 종류의 인산칼슘화합물이 혼재되어 있었다는 것을 의미하고 있다.

결론적으로, 비늘로부터 추출한 조회분은 거의 대부분

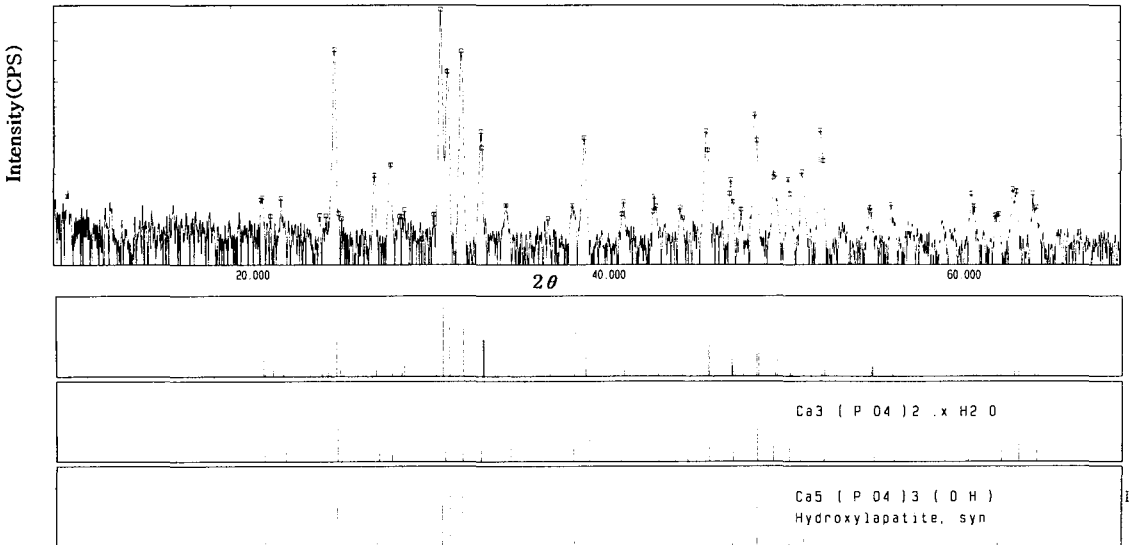


Fig. 2. X-ray pattern for ash of gray mullet scale.

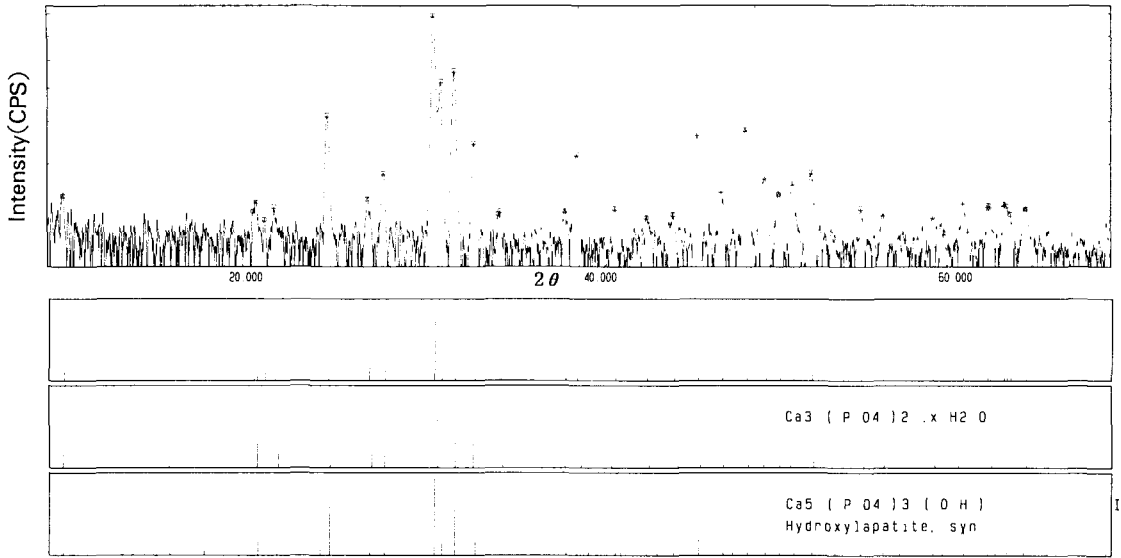


Fig. 3. X-ray pattern for ash of carp scale.

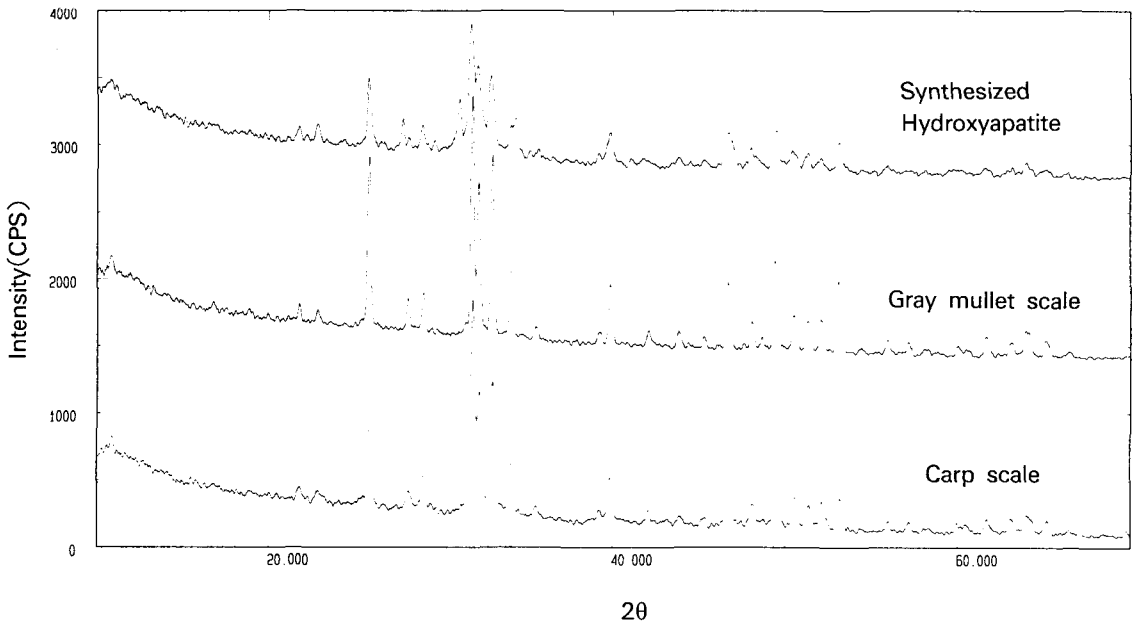


Fig. 4. X-ray patterns for ashes of gray mullet and carp scale, and synthesized hydroxyapatite.

HAP 화합물로 이루어져 있으며, 조희분의 화합물은 서식 환경에 따른 차이는 볼 수 없었다.

## 요 약

본 연구는 우리나라의 수산가공물의 증가에 따라 부수적으로 증가되고 있는 수산부산물 내지는 폐기물을 효율적으로 이용하려는 연구의 일환으로서 어류의 비늘에 대한 성분을 분석하고 아울러 해산어와 담수어 유래의 비늘 사이에 서식환경에 따른 함유성분의 차이가 있는지에 관하여 검토하였다.

해산어와 담수어의 두 어종간에 있어서 함유하고 있는 성분의 차이는 거의 없이 대부분 일치하였으나 함량의 차이는 다소 다르게 나타났다.

송어비늘의 일반성분 함량은 회분과 단백질이 거의 50%로 같은 비율로 분포하고 있는데 반하여 잉어비늘에서는 회분이 약 20% 그리고 단백질이 약 80%로서 단백질의 함량이 회분보다 약 4배 가량 높았다. 비늘에서 추출한 단백질은 그 아미노산 조성 및 전기영동패턴에 의해 콜라겐으로 확인되었으며, 또한 비늘 콜라겐의  $\alpha 1 a$  및  $\alpha 2$  사슬의 전기영동패턴은 대조구로 사용된 소겔질의 Type I 콜라겐의 그것들과 거의 똑같은 것으로 보아 비늘 콜라겐도 Type I으로 추측되었다. 그리고 송어비늘의 경우에는 함유하고 있는 대부분의 단백질이 콜라겐인데 비하여 잉어비늘은 전체 단백질 중 약 53%만을 차지하고 있었다. 비늘로부터 추출한 조희분에 대한 원소분석 및 X-ray 회절분석에서는 그 주성분 hydroxyapatite로 확인되었으며, 시료간의 차이는 전혀 없이 거의 완전하게 일치하였다.

## 참 고 문 헌

1. 수산년감 : 한국수산학회(1996).
2. 김세권, 변희국, 전유진, 안창범, 조덕제, 이응호 : 재순환 3단계 막반응기에서 연속적으로 생산된 어피 젤라틴 가수분해물의 기능성, 한국공업화학회지, 6(6), 984(1995).
3. 김세권, 전유진, 변희국, 안창범, 조덕제, 이응호 : 연속식 3단계 막반응기를 이용한 명태피 젤라틴으로부터의 천연조미료 개발, 한국생물공학회지, 10(5), 510(1995).
4. 김세권, 변희국, 전유진, 양현필, 조덕제 : 2단계 막반응

기를 이용한 어피젤라틴 가수분해물의 연속적 생산, 한국농화학회지, 37(2), 130(1994).

5. 김세권, 변희국, 전유진, 조덕제 : 2단계 막반응기에서 연속적으로 생산된 어피 젤라틴 가수분해물의 기능성, 한국농화학회지, 37(2), 85(1994).
6. 강태중, 전유진, 김세권, 송대진 : 가자미피 젤라틴 제조를 위한 전처리 방법의 검토, 한국수산학회지, 25(2), 93-102(1992).
7. 김진수, 조순형, 고신희, 하진환, 신성재, 이응호 : 찰가자미류 껍질로부터 젤라틴 제조를 위한 조건의 검토, 한국농화학회지, 36, 440(1993).
8. 김진수, 김정균, 조순형, 하진환, 이응호 : 젤라틴의 원료로서 가자미류 껍질의 성상, 한국농화학회지, 36, 290(1993).
9. 김진수, 조순형, 하진환, 이정성, 이응호 : 숙시닐화에 의한 각시가자미껍질 젤라틴의 탄닌산과의 반응성 개선, 한국농화학회지, 38(5), 393(1995).
10. 김세권, 이현철, 변희국, 전유진 : 가자미피 젤라틴 가수분해물로부터 항산화성 펩티드의 분리정제 및 특성, 한국수산학회지, 29(2), 246(1996).
11. 김세권, 전유진, 이병조, 이창국 : 대구뼈로부터 젤라틴의 추출정제와 특성, 한국생명과학회지, 6(1), 14(1996).
12. 이창국, 최진삼, 전유진, 변희국, 김세권 : 참치뼈로부터 추출한 천연 Hydroxyapatite의 특성, 한국수산학회지, 30(4), 652(1997).
13. 김세권, 이창국, 변희국, 전유진, 이응호, 최진삼 : 참치뼈를 이용한 Hydroxyapatite 세라믹 복합체의 합성 및 생체친화성(제1보) - 건식법으로 분쇄 한 Hydroxyapatite 및 Wollastonite가 첨가된 소겔체의 특성 -, 한국공업화학회지, 8(6), 994(1997).
14. 김세권, 최진삼, 이창국, 변희국, 전유진, 이응호 : 참치뼈를 이용한 Hydroxyapatite 세라믹 복합체의 합성 및 생체친화성(제2보) - 습식법에 의한 Hydroxyapatite 소겔체의 특성 -, 한국공업화학회지, 8(6), 1000(1997).
15. 김세권, 최진삼, 이창국, 변희국, 전유진, 이응호, 박인용 : 참치뼈를 이용한 Hydroxyapatite 세라믹 복합체의 합성 및 생체친화성(제3보) - 인공체액에서의 Hydroxyapatite 세라믹 복합체간의 결합의 전자현미경 관찰 -, 한국공업화학회지, 9(3), 322(1998).
16. Kim, S. K., Jeon, Y. J., Byun, H. G., Kim, Y. T. and Lee, C. K. : Enzymatic recovery of cod frame proteins with crude proteinase from tuna pyloric caeca, *Fish. Sci.*, 63(3), 421(1997).
17. Haard, N. F. and Simpson, B. K. : Protease from aquatic organisms and their uses in the seafood industry, pp. 132-154, In *Fisheries Processing : Biotechnological Applications* (ed. by Martin, A. M.), Lon-



- don(1994).
18. Simpson, B. K., Simpson, M. V. and Haard, N. F. : Properties of trypsin from the pyloric caeca of Atlantic cod(*Gadus morhua*), *J. Food Sci.*, **55**, 959(1990).
  19. Kim, H. R., Pyeon, J. H. and Cho, J. G. : Proteolytic enzymes distributed in the tissues of dark fleshed fish. 2. Comparison of the proteolytic activity of the tissue extracts from the intestinal organs of mackerel and sardine, *Bull. Korean Fish. Soc.*, **19**, 521(1986).
  20. 김규형, 전유진, 변희국, 이연숙, 이응호, 김세권 : 어피 젤라틴 펩티드와 결합한 글썽질 유래 칼슘 화합물이 칼슘 결핍 흰쥐에 미치는 영향, *한국수산학회지*, **31**(2), 149(1998).
  21. Shimahara, K., Takiguchi, Y., Ohkouchi, K., Kitamura, K., Okada, O. : Chemical composition and some properties of crustacean chitin prepared by use proteolytic activity of *Pseudomonas maltophilia* LC102, In *Chitin, Chitosan and Related Enzymes* (ed. Zikakis, P. J.), pp. 239, Academic Press, New York(1984).
  22. Kendra, D. F. and Hadwiger, L. A. : Characterization of the smallest chitosan oligomer that is maximally antifungal to *Fusarium solani* and elicits pisatin formation in *pisum sativum*, *Exp. Mycol.*, **8**, 276(1984).
  23. Suzuki, K., Mikami, T., Okawa, Y., Tokoro, S., Suzuki, S. and Suzuki, M. : Antitumor effect of hexa-N-acetylchitohexaose and chitohexaose, *Carbohydr. Res.*, **151**, 403(1986).
  24. 전유진, 박표삼, 변희국, 송병권, 김세권 : 키틴 고정화 효소를 이용한 키틴산 올리고당의 생산, *한국생물공학회지*, **13**(2), 147(1998).
  25. 전유진, 김세권 : 한외여과막 효소반응기에서 제조한 키틴산 올리고당의 항암작용, 항균작용 및 칼슘흡수 촉진 작용, *한국키틴키토산연구회지*, **2**(3), 60(1997).
  26. 변희국, 강옥주, 김세권 : 키틴 및 키틴산 유도체의 합성과 그 물리화학적 특성, *한국농화학회지*, **35**(4), 265(1992).
  27. Hamada, M and Kumagai, H. : Chemical composition of sardine scale, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**(11), 1987(1988).
  28. Hamada, M and Mikuni, A. : X-ray diffraction analysis of sardine scale ash, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**(6), 947(1990).
  29. AOAC : Official methods of analysis, 16th ed., AOAC International, Arlington, Virginia(1990).
  30. Kimura, S. and Ohno, Y. : Biochem. Physiol., **88B**, 409-413(1987).
  31. Edwards, C. A. and O'Brien, JR. W. K. : Modified assay for determination of hydroxyproline in a tissue hydrolyzate, *Clinica Chimica Acta*, **104**, 161(1980).
  32. 今村 薫 : 公開特許公報(A), 昭57-33573(1982)
  33. 김세권, 이응호, 강옥주, 권칠성 : 어패류의 조리, 가공과 collagen, *냉동공조공학*, **5**(1), 5(1986).
  34. 浜田盛承 : サメ皮ゼラチンのゲル物性におぼす製造法の影響, *日本水産學會誌*, **56**(4), 671(1990).
  35. 김세권, 전유진, 이병조, 이창국 : 대구뼈로부터 젤라틴의 추출정제와 특성, *한국 생명과학회지*, **6**(1), 14(1996).
  36. Miller, E. J. and Gay, S. : Collagen : An overview, In *Method in Enzymology*(eds Cunningham, L. W. and Frederiksen, D. W.), Vol. 82, pp.3-32, New York(1982).
  37. Hamada, M. and Mikuni, A. : X-ray diffraction analysis of sardine scale ash, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**(6), 947(1990).