

## 흑산도산 홍어의 영양 생화학적 가치에 관한 연구 -흑산홍어와 수입홍어의 비교-

식품영양과

조교수 이 미 경

### I. 서 론

홍어는 연골어강(Chondrichthyes)의 가오리목(Rajida)<sup>1)</sup>에 속하며 어체는 수평으로 납작한 모양을 하고 있다.

홍어는 옛날부터 전라도 지방에서 늦은 봄철부터 초여름에 주로 먹어왔고, 농주인 막걸리와 같이 먹어 왔으며, 홍탁이라는 이름으로 서민 대중에게 이용되는 식품이다. 홍어는 싱싱한 것 보다는 공기중에서 얼마동안 방치한 것이 특유의 맛과 냄새를 풍기게 된 것이 더 인기가 있다. 특이하게도 실온에 오래 방치 하면 미생물이 많이 번식하는데도 먹고 식중독 현상이 없다.

이같이 좋은 식품이지만 홍어에 관한 연구는 풍미성분<sup>2)</sup>, 단백질<sup>3)</sup>, 지방산<sup>4)</sup>에 관한 보고만 있으므로, 필자는 홍어의 영양 생화학적 가치를 조사 하였다. 특히 전라남도 흑산도 근해에서 잡히는 양은 점점 감소되고 수입홍어 특히 뉴우지일랜드, 포클랜드 섬 근해에서 잡히는 것이 대량으로 수입되고 있다. 이같은 관점에서 홍어의 영양학적 가치를 비교 연구하여 흑산도 근해에서 잡히는 흑산홍어의 우수성을 입증하고자 한다.

### II. 실험재료 및 방법

#### 1. 실험재료

실험에 사용한 재료는 수입산홍어(Falkland)와 흑산홍어로, 수입홍어는 광주광역시 양동 수산물시장에서 1995년 5월에 구입하였고, 흑산홍어는 전남 신안군 흑산

면 수산업협동조합을 통하여 구입하여 시료로 하였다.

모든 시료는 부위별로 절단하여 냉동실 (-20℃)에 보관하여 사용하였다.

## 2. 재료의 조제

시료는 머리, 꼬리, 등뼈 등은 제외하고 육질부분만 취하여, 각 부위별, 각 개체별로 4분법에 의하여 채취하여 상온에서 잘 다져서 실험에 사용하였다.

## 3. 실험방법

### 1) 일반성분

일정량의 시료를 취하여 수분은 상압가열법<sup>5)</sup>, 조단백질은 semi-micro kjeldahl 법<sup>6)</sup>, 지방질은 soxhlet법<sup>7)</sup>, 회분은 건식회화법<sup>8)</sup> 으로 정량하였다.

### 2) Amino acid

Amino acid 는 시료 40mg을 취하여 반응관에 넣고, 6N-HCl 15ml를 가하고, 115℃±1에서 24시간동안 가수분해시켰다. 염산을 제거한 다음 phenylisothiocyanate (PITC)를 가하여 PITC유도체를 만든 후 완전히 건조시켰다. 20ml의 solvent에 녹이고 microcentrifuge시킨 후 상층액을 100ml 취하여 HPLC로 분석하였다. 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. HPLC operation conditions

- 
1. Column : Pico Tag 8.5×300mm
  2. Column oven temp. : 46℃
  3. HPLC pump : waters 510
  4. HPLC injector : waters 712 WISP
  5. Photodiode array detector : waters 990 254nm
  6. Solvent : A) 1.4mM NaHAc, 0.1%TEA, 6% CH<sub>3</sub>CN, pH6.3  
B) 60% CH<sub>3</sub>CN
  7. Elution : Linear gradient of solvent B (0-100%)
  8. Flow rate : 1.0ml/min
  9. Run time : 25min
  10. Equil. time : 10min
  11. Injection volume : standard 4μl, samples 5μl
- 

### 3) Fatty acid

지방산을 분석하기 위하여 지방추출은 Bligh & Dyer 법<sup>9)</sup>과 Metcalf 법<sup>10)</sup>에 의하여 추출하였고, 인지질은 Kates 등의 법<sup>11)</sup>으로 분리하였다.

즉 시료 5g을 취하여 삼각플라스크에 넣고, CHCl<sub>3</sub>/MeOH/H<sub>2</sub>O:(2:1:1,v/v) 용액 30ml를 가하고, 5분간 잘 흔들어 주었다. 이러한 조작을 3번 반복하고, 2500rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액만을 분리하고, N<sub>2</sub>기체로 농축시켜 냉장고에 보관하였다가 methylation시켜 GC로 분석하였다.

인지질은 추출분리된 지방질 1ml를 취하여 삼각플라스크에 넣고 CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> 5ml+(MgCl<sub>2</sub> 1g + 10% MeOH)0.1ml를 가하여 잘 섞어주고 1시간 동안 어두운 곳에 방치하였다가 2500rpm에서 10분간 원심분리하여 침전만 취하였다. 여기에 acetone 1ml를 가하여 현탁시키고 방냉하였다가 원심분리 (2500rpm)하여, 용매는 N<sub>2</sub>기체로 제거시키고 KOH desiccator에 보관하였다가 측정하였다.

지방시료는 methylation시켜 GC, varian 3400 model로, detector는 FID, column은 stable wax 3cm×0.30m ID, column temp.는 120℃~240℃, injection temp.는 220℃, split ratio는 50:1, injection volume은 1μl retention time과 면적비를 integrator로 환산하여 정량하였다.

#### 4) Cholesterol

Cholesterol은 Liebermann-Burchard 변법<sup>12)</sup>에 의하여 측정하였다. 흡광도는 Beckman DU model spectrophotometer로 측정하였다.

#### 5) 근원섬유 단백질과 ATPase 활성

근원섬유단백질은 Yang법<sup>13)</sup>과 Nam법<sup>14)</sup>에 의하여 조제하였고 ATPase 활성측정은 Fiske-subbarow법<sup>15)</sup>에 의하여 측정하였다.

#### 6) Pepsin에 의한 소화율

홍어의 소화율 측정은 pepsin으로 처리하여 Saunder법<sup>16)</sup>에 의하여 측정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 일반성분

흑산홍어와 수입홍어의 일반성분은 Table 2 와 같다.

Table 2. Proximate composition of raw Raja skates (%)

Components	Huksando Raja skates	Falkland Raja skates
Moisture	77.1	78.4
Crude Protein	21.5	20.4
Crude Lipid	0.68	0.65
Ash	0.72	0.55

Table 2에서 보는 바와 같이 일반성분은 별 차이가 없다.

## 2. Amino acid

시료를 가수분해하여 esterification 시킨 다음에 HPLC로 분석한 결과는 Table 3 과 같다.

Table 3. Amino acid composition of Raja skates(%)

Amino acid	H-Raja skates		F-Raja skates	
Asp.	605.84	9.59	290.21	8.85
Glu.	930.85	14.74	455.92	13.91
Ser.	289.15	4.58	157.38	4.80
Gly.	556.67	8.81	237.51	7.25
His.	107.62	1.70	58.78	1.79
Arg.	323.57	5.12	160.21	4.89
Thr.	317.23	5.02	164.41	5.02
Ala.	542.89	8.60	283.09	8.64
Pro.	270.20	4.28	136.20	4.16
Tyr.	158.57	2.51	82.31	2.51
Val.	372.99	5.91	197.27	6.02
Met.	175.82	2.78	92.21	2.81
Iso.	348.66	5.51	203.24	6.20
Leu.	577.76	9.15	297.55	9.08
Phe.	215.59	3.41	123.26	3.76
Try.	0	0	53.25	1.62
Lys.	522.01	8.27	284.85	8.69
TOTAL	6315.42(FAA) 100.00		3277.64(FAA)100.00	

위에서 알 수 있는 바와 같이 수입홍어 (Falkland)와 흑산홍어에 있어 유리아미노산은 수입한 것과 국산의 것이 각각 3277.64mg%와 6315.42mg%로 나타나 국산이 2배나 많은 것으로 나타났다.

그러나 amino acid의 종류에 있어서는 국산홍어에서 tryptophan이 분석 되지 않았고, 각 amino acid의 함량은 큰 차이가 없었다.

수입홍어의 amino acid는 17종이 분석되었고, 흑산홍어는 16종이 분석되었으며, 감칠맛을 내는 glutamic acid가 각각 13.91%와 14.74%를 보여 다소간 맛이 좋은 것으로 사료된다. 이러한 관점에서 보면 흑산홍어와 수입홍어에서 큰 차이가 없음을 알았다.

## 3. Fatty acid

지방질은 methylation시켜 GC로 분석한 결과는 Table 4 와 같다.

Table 4. Fatty acid composition of Raja skates (%)

Fatty acid C/number	Huksando		Falkland	
	Total lipid	Phospholipid	Total lipid	Phospholipid
saturated FA				
13 : 0	5.91	4.59	-	-
14 : 0	1.42	1.35	1.44	1.35
15 : 0	1.79	1.57	0.97	0.89
16 : 0	1.81	1.95	8.61	8.45
17 : 0	2.44	2.36	0.25	0.75
18 : 0	1.53	1.50	2.25	2.20
19 : 0	4.15	4.26	1.27	1.35
20 : 0	15.17	14.96	1.06	1.05
22 : 0	2.52	2.56	5.16	5.05
23 : 0	1.18	1.05	-	-
24 : 0	1.56	1.57	11.01	10.56
25 : 0	-	-	1.75	1.95
Unsaturated FA(Monomeric)				
14 : 1	-	-	0.46	-
16 : 1	1.71	1.68	2.95	2.80
18 : 1	5.92	5.79	15.75	15.45
20 : 1	2.78	2.92	4.75	4.85
22 : 1	5.61	5.65	1.86	1.96
24 : 1	3.22	3.15	5.87	5.97
Unsaturated FA (Dienoic)				
16 : 2	-	-	5.76	5.97
18 : 2	3.12	3.45	6.85	6.57
18 : 2(t)	1.38	1.30	1.99	2.25
20 : 2	1.74	1.56	3.15	3.05
22 : 2	0.40	0.41	1.14	1.45
Unsaturated FA (Trienoic)				
16 : 3	-	-	2.48	2.25
18 : 3	10.15	10.06	0.73	0.55
18 : 3 (t)	1.20	1.15	-	-
22 : 3	-	-	0.83	0.85
Unsaturated FA(Tetra,penta, hexaenoic)				
18 : 4	-	-	1.05	1.09
20 : 4	9.51	9.62	0.89	1.15
20 : 5	3.76	3.78	6.24	6.54
22 : 6	3.46	3.57	3.49	3.67
MUFA	25.89	19.19	31.64	31.02
PUFA	34.67	34.48	34.60	35.38
p/s ratio	1.14	0.92	1.02	1.05
n - 6	14.01	12.48	14.02	13.87
n - 3	17.37	17.41	11.51	11.85
n-3 /n-6	1.24	1.39	0.82	0.85

Table 4에서 보는 바와 같이 수입홍어와 흑산홍어의 지방산 조성은 큰 차이는 없으나 수입홍어에서는 검출되지 않고, 흑산홍어에서만 분석된 것은 포화지방산으로 기수탄소를 가진 C<sub>13:0</sub> (tridecanoic acid) 와 C<sub>23:0</sub>(tricosanoic acid)이었고 수입홍어에만 들어있는 포화지방산이며 기수탄소를 가진 C<sub>25:0</sub>(pentacosanoic acid)이었다.

불포화지방산에 있어서는 monomeric에서 흑산홍어에 C<sub>14:1</sub>이 분석되지 않고, 수입홍어에서만 약간 분석되었으며, dienoic에서는 흑산홍어에서 검출되지 않은 것은 C<sub>16:2</sub>이고, 수입홍어에서는 검출되었다. trienoic에서는 흑산홍어에서 C<sub>16:3</sub> , C<sub>22:3</sub>이 검출되지 않았고, 수입홍어에서 C<sub>18:3</sub>(t)가 검출되지 않았다. 그리고 tetraenoic에서는 C<sub>18:4</sub>가 흑산홍어에서 검출되지 않았다.

전체적으로 수입홍어에서 포화지방산 10종, 불포화지방산 18종이 분석되었고, 흑산홍어에서 포화지방산 11종, 불포화지방산 14종이 분석되었다. 지방산의 함량면에 있어서 포화지방산은 흑산홍어와 수입홍어에 있어 C<sub>16:0</sub>가 1.81%, 8.61%로 큰 차이를 보였고, C<sub>20:0</sub>는 15.1% 1.06%로 큰 차이를, C<sub>24:0</sub>에서는 1.56%, 11.01%를 나타냈다. 포화지방산의 총량은 흑산홍어에 39.48%, 수입홍어가 33.77%를 보였다. 그리고 대부분의 생선에 함유되어 있는 C<sub>15:0</sub> , C<sub>17:0</sub> , C<sub>19:0</sub>의 기수탄소 지방산은 수입홍어에서 2.49%, 흑산홍어에서 8.38% 검출되었다.

한편 불포화지방산의 경우는 흑산홍어와 수입홍어에서 monounsaturated fatty acid가 각각 19.24%와 31.64%를 보여, monomeric은 수입홍어에 상당히 많이 함유되어 있었으며, 특히 C<sub>18:1</sub>의 경우는 수입홍어가 15.75%로 흑산홍어 5.92%보다 약 3배가량 많이 들어 있었다.

dienoic unsaturated fatty acid는 각각 6.64%와 18.87%를 보여 수입홍어에 더 많은 양이 함유되어 있었고, trienoic unsaturated fatty acid는 각각 11.35%와 4.04%를 보여, 흑산홍어에 더 많이 함유되어 있었고, tetra-, penta-, hexa-에서는 각각 16.73%와 11.67%를 보였다. 여기서 C<sub>20:4</sub> (arachidonic acid)는 흑산홍어에 9.51%, 수입홍어에 0.89% 함유되어 있었다.

필수지방산의 경우는 수입홍어에 linoleic acid 6.85%,  $\alpha$ -linolenic acid 0.73%, arachidonic acid 0.89% 함유되어, 8.47%를 보였지만 흑산홍어에서는 linoleic acid 3.12%,  $\alpha$ -linolenic acid 10.15% arachidonic acid 9.51% 함유되어 22.78%를 보여 필수지방산은 흑산홍어가 대단히 우수한 것임을 나타내고 있었다. 그리고 EPA, DHA에 있어서는 큰 차이가 없었다. 또한 n-6지방산의 경우 수입홍어와 흑산홍어가 14%정도로 거의 같았지만 n-3지방산의 경우 11.5%와 17.37%를 보여 흑산홍어에 더 많이 함유되어 있는 것으로 조사되었다.

이러한 관점에서 수입홍어보다는 흑산홍어가 영양학적 가치가 더 많아 성인병 예방차원에서의 흑산홍어 섭취를 권장할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 4 . Cholesterol

홍어의 cholesterol 함량은 Liebermann-Burchard 법에 의하여 분석한 결과는

Table 5와 같다.

Table 5. Cholesterol content in Raja skates (mg%)

Raja skates	Huksando		Falkland	
	T-CHOL	Ester	T-CHOL	Ester
Muscle	less than 20	10	20	15
Liver	200~300	150	300~400	195
Naechangtang	30	12	100	60
Tail	36	16	37	18

위에서 알 수 있는 바와 같이 cholesterol의 경우는 대동 소이하였다.

### 5. ATP 와 ATPase활성

근원섬유 단백질에서 분석된 ATP와 ATPase 활성 측정 결과는 Fig.1,2에 나타났다.

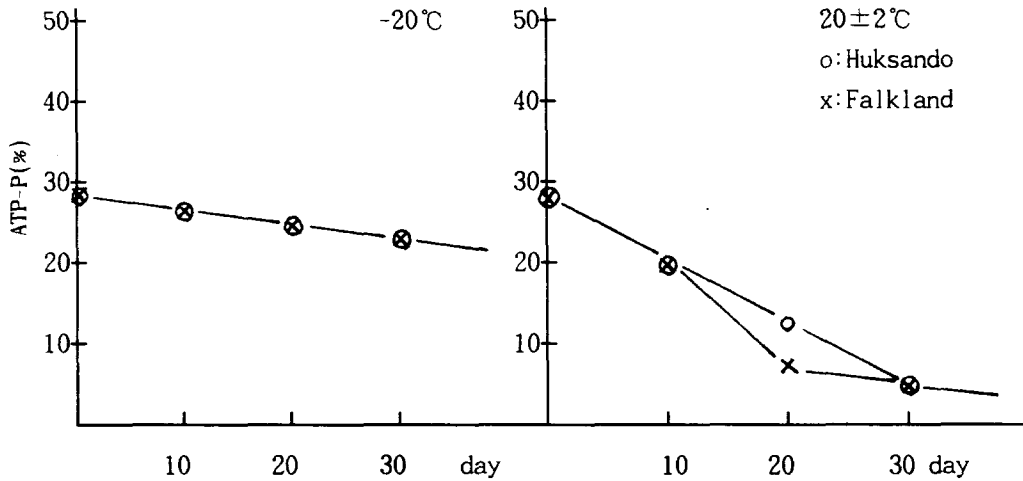


Fig 1. ATP concentration in Raja skates muscle at -20°C and 20±2°C

위 Fig.1에서 알 수 있는 바와 같이 -20°C에 보관할 때는 ATP-P함량이 거의 변화가 없었으나, 20°C에서는 시간이 경과함에 따라 감소현상이 뚜렷하였다. 특히 10일 경과후에 빨리 감소함을 보여 주어 20°C 근처에서는 10일 이상 보관 하는 것은 바람직하지 않음을 알았다. 10일 경과하면 홍어 근육질이 질긴 맛이 없어지고, 특이취가 강하였다.

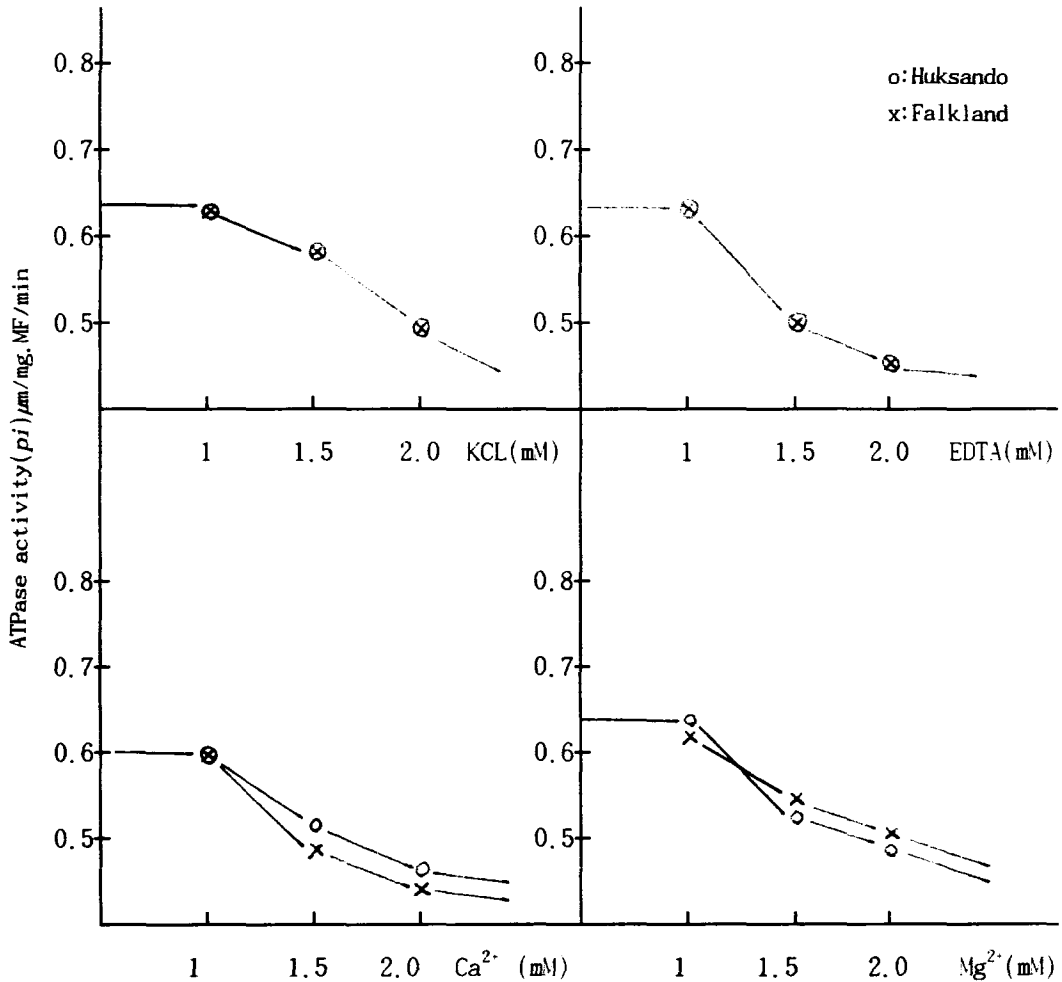


Fig. 2 ATPase activity in Raja skates muscle

Fig. 2는 홍어중에 함유되어 있는 ATPase activity를 조사한 것으로 활성의 특성으로 1mM KCl까지는 별로 변화없이 일정하다가 KCl의 농도가 커짐에 따라 ATPase activity는 흑산홍어나 수입홍어가 같았다. 그리고 EDTA, Ca<sup>2+</sup> 및 Mg<sup>2+</sup>의 첨가농도가 증가함에 따라 활성도가 현저하게 감소하는 특성을 보여 주었다. 이러한 점으로 보아서 첨가금속의 농도가 1mM에서 활성이 컸음을 알 수 있었다.

마그네슘이온은<sup>17)</sup> 일반적으로 alkaline phosphatase를 활성화시킨다고 알려져 있다. Nam, H.K.<sup>18)</sup>은 오리고기의 ATPase활성이 1mM KCl, 2mM EDTA, 1mM Ca<sup>2+</sup>, 1mM Mg<sup>2+</sup>에서 가장 높았다는 보고가 있어 잘 일치되는 것으로 생각되며, 오리고기에서는 ATPase활성이 0.7~0.9범위이었지만 홍어의 경우는 0.6~0.7범위에 있었다.



## 6. In vitro digestibility

흑산홍어와 수입홍어의 소화율을 조사하기 위하여 일정량의 단백질 분해효소인 pepsin을 가하여 반응시키면서 유리되어 나오는 필수아미노산과 NH<sub>2</sub>-N함량을 조사한 결과는 Table 6,7에 나타냈다.

Table 6은 유리되어 나오는 아미노산으로 수입홍어에서 보다 흑산홍어에서 더 소화율이 높았다. 즉 수입홍어는 58.06%, 흑산홍어는 63.06%를 보였다. 거의 모든 필수 아미노산이 검출되었다. 한편 Table 7은 유리되는 NH<sub>2</sub>-N함량으로 조사한 결과는 HPLC로 한 것과 차이가 있다. 이는 시료 채취상의 문제와 실험과정에서의 오차로 생각된다. 그러나 흑산홍어의 경우가 소화율이 높게 나타났다.

Table 6. Released free amino acid by in vitro pepsin digestion of Raja skates

Essential amino acid	(H) pepsin		(F) pepsin	
	treated	untreated	treated	untreated
Isoleucine	276.72	348.66	150.47	203.24
Leucine	376.67	577.76	175.79	297.55
Lysine	302.91	522.01	140.64	284.85
Methionine	165.47	215.59	103.42	123.26
Phenylalanine	96.53	175.82	47.57	92.21
Threonine	197.47	323.57	97.18	164.41
Tryptophan	-	-	22.97	53.25
Valine	203.46	372.99	96.73	197.27
Arginine	184.34	323.57	80.47	160.21
Total	1803.57mg	2859.97mg	915.24mg	1576.25mg

Table 7. Periodically released NH<sub>2</sub>-N contents of Raja skates during pepsin digestion

sample condition	4hrs digestion		8hrs digestion		16hrs digestion	
	(H)	(P)	(H)	(P)	(H)	(P)
Raw	15.5	15.7	35.3	30.5	39.9	37.2
Boiled	17.8	17.5	39.3	32.7	48.5	40.7

Pepsin digestibility (%) : (mg. NH<sub>2</sub>-N/mg. Total -N) × 100

## IV. 결 론

흑산홍어의 영양생화학적 가치를 조사할 목적으로 수입산홍어 (Falkland)를 구입하여 영양가를 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

홍어의 일반성분은 흑산홍어와 수입홍어에 있어서 수분, 조단백, 조지방과 회분이 각각 77.1%, 21.5%, 0.68%, 0.72%와 78.4%, 20.4%, 0.65%, 0.55%를 보였다.

아미노산은 HPLC로 분석하여 17종이 분석되었고, 흑산홍어에서 tryptophan이 검출되지 않았고, 유리아미노산은 흑산홍어가 더 많았다. 특히 glutamic acid가 13.91~14.74% 보였다.

지방산은 GC로 분석하여 포화지방산은 흑산홍어와 수입홍어에 있어서 각각 11종과 10종이 분석되었고, 불포화지방산은 각각 14종과 18종이 분석되었다. 그리고 기수탄소를 가진지방산 C<sub>15:0</sub>, C<sub>17:0</sub>, C<sub>19:0</sub>은 흑산홍어에서 8.38%, 수입홍어에서 2.49%를 보였다.

또한 p/s ratio는 흑산홍어와 수입홍어에 있어서 각각 1.14와 1.02를 보였고 n-3/n-6는 각각 1.24와 0.82를 보였다. n-3 지방산이 흑산홍어에서 더 많았다. cholesterol의 경우는 흑산홍어와 수입홍어 사이에 큰 차이가 없었다.

ATP-phosphorus는 -20℃에서 보다 20℃에서 시간이 경과함에 따라 유리되는 양이 증가 되었다. ATPase활성은 0.6~0.7범위에 있었으며 EDTA, KCl, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>를 1mM 첨가했을 때가 가장 높았다.

소화율은 날것보다는 가열(boiled)한 것이 더 높았으며, 흑산홍어가 수입홍어보다는 소화율이 더 좋았다.

이상과 같은 결과로 미루어 볼때 흑산홍어가 수입홍어에 비하여 유리아미노산의 함량이 많고, 지방산의 경우도 n-3지방산이 많이 함유되어 있는 것으로 미루어 좋은 단백질과 지방 공급식품임을 알 수 있었다.

▶ 본 연구는 1995년도 광주보건대학 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음을 밝힙니다.

## 참고문헌

1. 학원사 : 원색과학대사전 제 5권 (동물편) p.299(1986)
2. 황정희 : 전남대학교 석사학위 논문 (1979)

3. 이미경 : 광주보건전문대학 논문집 제 20집(1995)
4. 이미경, 남현근 : 한국유화학회지 제 12권 제1호(1995)
5. 한국생화학회 : 실험생화학 탐구당 P.395(1986)
6. " : " P.399(1986)
7. " : " P.401(1986)
8. " : " P.398(1986)
9. Bligh, E.G. and W.j.Dyer : *can. J.Biochem.phys.*, **39**, 911(1959)
10. Metcalf, L.D., A.A. Schnusto and J.R. Pelka : *Anal. Biochem.*, **38** (1966)
11. Kates, M. : *Techniques of lipidology, North-Holland pub. Co.*, **65**(1972)
12. 한국생화학회 : 실험생화학 탐구당, p.451(1986)
13. Yang, R., Okitani, A.and Fujimaki, M. : *Agr.Biol.chem.*, **36**, 2087(1972)
14. Nam, H.K.and I.Y.chang : *J.korean Soc. Food & Nutr.*, **9**, 45(1980)
15. Fiske, C.H.and Subbarow, Y. : *J.Biol.chem.*, **66**, 375(1925)
16. Saunders, R.M., M.A.conner, & A.N. Booth : *J. Nutri.*, **103**, 530(1973)
17. Kay, H.D : *J. Biol. chem.*, **89**, 235 (1930)
18. Nam, H.K and Lee, Y.O. : *Korean J.of Nutri.*, **14**, 16~25(1981)

A study of the Bio-nutritional evaluation of Raja skates  
caught in Huksando area.

-Compare with Raja skates of Huksando and imported-

Lee, Mi-kyung

*Dept. of Food & Nutrition*

*Kwangju Health College*

> Abstract <

In order to study of the Bio-nutritional evaluation of Raja skates caught in Huksando area and imported Falkland area caught Raja skates were purchased and analyzed.

The results which I got are as follows:

Commercially available Raja skates (Huksando and Falkland product) showed proximate content in moisture, crude protein, crude lipid and ash, 77.1%, 21.5%, 0.68%, and 0.72% ; 78.4%, 20.4% 0.65% and 0.55%, respectively.

There are 16 different kinds of amino acid in Huksando Raja skates and 17 different kinds of amino acid in Falkland one by HPLC method. Especially, glutamic acid contained 13.91~14.74% in both Raja skates.

There are 11 different kinds of saturated fatty acid in Huksando Raja skates and 10 different kinds of saturated fatty acid in Falkland Raja skates, by GC method.

In case of unsaturated fatty acid, 14 kinds in Huksando and 18 kinds in Falkland were analyzed.

There are odd carbon fatty acids C<sub>15:0</sub>, C<sub>17:0</sub> and C<sub>19:0</sub> in both Huksando and Falkland product.

The p/s ratio in both Huksando and Falkland was 1.14 and 1.02, respectively.

Then -3/n-6 ratio in both Huksando and Falkland was 1.24 and 0.82,

---

respectively.

The content of n-3 fatty acid in Huksando product and in Falkland product showed 17.37% and 11.51%, respectively. The content of n-6 fatty acid in Huksando and Falkland showed 14.01% and 14.02% ,respectively.

The Cholesterol content in Raja skates was almost same amount.

ATP-Phosphorus, at high temperature, was released faster than at the lower temperature.

The ATPase activity of Myofibril protein was inhibited at the relatively higher concentration of EDTA, KCl,  $Ca^{2+}$ , and  $Mg^{2+}$ , but the activity was very high in the lower (less than 1mM) concentrations.

According to the cooking condition, boiled muscle showed better digestion by pepsin. From those results, Raja skates (in Huksando) are better source of amino acids and n-3 fatty acid than Falkland one.