

은연어와 무지개 송어의 식품성분

김경삼 · 최영준*

부산여자전문대학 식품영양과, *통영수산전문대학 수산가공과

Food Components of Coho Salmon and Rainbowtrout

Kyung-Sam Kim, Yeung-Joon Choi*

Dept. of Food and Nutrition, Pusan Women's Junior College, Pusan 614-050, Korea

*Dept. of Fisheries Processing, National Tong-Yeong Technical College, Chungmu 650-160, Korea

Abstract

In order to examine food components of coho salmon and rainbow-trout, We analyzed the composition of protein, amino acids and total lipids. The coho salmon muscle contained about 19.3% of protein with the composition of 29.9% in sarcoplasmic protein, 56.3% in myofibrillar protein 12.5% alkali soluble protein and 2.6% in stroma. Those of rainbow-trout contained 34.1%, 56.4%, 8.3% and 2.9%, respectively. The sarcoplasmic and myofibrillar protein were composed of 13 subunits in coho salmon, and 16 and 15 subunits in rainbow-trout. Judging from the contents of essential amino acids, both muscle proteins were complete proteins. The most remarkable feature of free amino acids was that a large amount of dipeptide anserine was present with fairly lower levels of l-methyl histidine, taurine, histidine, alanine and glycine in both muscle extracts. The total fatty acids of coho salmon was composed of 31.49% polyenes, 43.79% monoenes and 24.73% saturates. The composition of total fatty acid of coho salmon muscle was not different from that of rainbow-trout muscle.

Key words : component, salmon, rainbowtrout

서론

대표적인 회귀성 어류인 연어와 우리나라 강원도 산간지역에서 대량으로 양식하고 있는 무지개송어는 고급 요리의 소재로써 공급되고 있으며, 현지에서는 횡간으로 즐겨 이용되고 있다. 그러나 은연어는 우리나라에 회귀하지 않으며 대부분의 무지개송어는 육상의 민물양식에 적합하도록 개량된 육붕형이다. 따라서 해양연구소(1988)¹⁾에서는 수년전부터 해산가두리 양식장의 효율적인 활용을 위하여 이들 냉수성 어종의 해산가두리 양식을 시험하여 성공적인 결과를 얻었다.

은연어 및 무지개송어에 관한 국내의 연구들은 켈(1974)²⁾의 鱈相에 의한 아시아계 백연어의 계통관정

에 관한 연구와 김과 조(1977, 1978)^{3,4)}의 실내수조를 이용한 무지개송어의 사육실험이 있을 뿐, 이들 어종에 대한 해산 가두리 양식산의 식품성분에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 저자들은 해양에서 가두리 육성한 은연어와 무지개송어의 단백질, 아미노산 및 지방산 조성을 분석하여 이들의 식품, 영양학적 가치를 평가할 목적으로 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

은연어(*Oncorhynchus kisuth*; 체장 48.7~52.2cm; 체중 1.92~2.24kg)와 무지개송어(*Salmo gairdneri*; 체장 45.2~53.4cm; 체중 1.84~2.27kg)는 경남 통영군 산양면 저도 북쪽만에 위치한 과학기술처 해양연구소의 시험어장에서 1989년 6월 6일 채포한 것을 각각

생존 중에 저온실($6 \pm 2^\circ\text{C}$)로 운반하여 육을 채취한 후, 세절, 마쇄한 것을 분석용 시료로 하였다.

2. 일반성분 분석

상법에 따라 각각 측정하였다.

3. 단백질 조성의 측정

김 등(1982)⁵⁾의 방법에 따라 분획하여 용액상태로 분획된 것은 Layne(1957)⁶⁾의 방법에 따라 미량 Biuret 법으로, 전사로 분획된 것은 micro-Kjeldahl 법으로 각각 단백질 함량을 측정하였다.

분획된 근형질단백질과 근원섬유단백질은 Weber와 Osborn(1969)⁷⁾의 방법에 따라 전기영동하였으며, 전기영동상에 나타난 구성 subunit의 분자량은 같은 조건으로 전기영동한 molecular weight marker (MW-SDS-70 및 200 kit, Sigma 사제)의 상대이동도로 부터 작도한 분자량-상대이동도의 관계곡선으로 부터 구하였다.

4. 구성 및 유리아미노산의 분석

육의 구성아미노산은 김 등(1982)⁵⁾의 방법으로, 70% 에탄올로써 추출한 유리아미노산의 조성은 배(1989)⁸⁾의 방법에 따라 각각 전처리한 후, 아미노산 자동분석기(Hitachi사제, 835형)로 분석하였다. 그리고 구성 아미노산 분석시 트립토판은 Species와 Chamber(1948)⁹⁾의 방법으로, 시스테인은 Piennizek 등(1975)¹⁰⁾의 방법으로 각각 측정하였다. 한편 트

레오닌, 타이로신 및 세린은 Yates와 Greaser(1983)¹¹⁾가 보고한 회수율을 근거로 측정치를 보정하여 계산하였다.

5. 지방산 분석

Folch 등(1957)¹²⁾의 방법에 따라 chloroform/methanol(2:1, v/v)혼합액으로 추출한 지질을 5% methanol성 염산용액으로 methanolysis하여 얻어진 지방산 methylester를 GC로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

은연어와 무지개송어의 일반성분은 Table 1과 같다. 은연어의 조단백질 함량은 무지개송어에 비하여 다소 높은 22.6%이었으나, 조지방의 함량은 무지개송어의 약 1/2에 해당하는 5.4%였다. 동일한 사육조건이었음을 감안한다면, 무지개송어의 조지방 함량이 높은 것은 종의 특징을 반영하는 것이라 생각된다. Konosu 등(1983)¹³⁾은 수컷 연어 배육의 단백질 함량은 23.6%로서 암컷에 비하여 다소 높다고 보고하였다.

2. 단백질 및 subunit의 조성

은연어 및 무지개송어의 단백질 조성은 Table 2와

Table 1. Proximate composition of coho salmon and rainbow-trout

(Unit: %)

Species	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Coho salmon	72.5	22.6(19.3)	5.4	1.4
Rainbow-trout	69.3	20.8(18.5)	10.2	1.2

Numericals in parentheses represent percentage of pure protein

Table 2. Composition of muscle protein in coho salmon and rainbow-trout

(Unit: mg N/g muscle)

Species	Non proteinous-N	Proteinous-N			Stroma
		Sarcoplasmic	Myofibrillar	Alkali soluble	
Coho salmon	4.70	9.25(29.9)	17.38(56.3)	3.87(12.5)	0.82(2.6)
Rainbow-trout	4.74	10.05(33.1)	16.65(57.4)	2.45(8.3)	0.85(2.9)

Numericals in parentheses represent percentage distribution to protein-N in the muscles.

같다. 이 중에서 양적으로 많은 근형질 및 근원섬유단백질에 대하여는 별도로 전기영동을 실시하였으며 은연어와 무지개송어의 구성 subunit차를 검토하기 위하여 전기영동상을 Fig.1에 나타내고, 분자량 별 subunit의 분포를 정리하여 Table 3,4에 나타내었다. 먼저 은연어와 무지개송어의 단백질 조성을 살펴보면 (Table 2), 은연어는 근형질단백질이 29.9%, 근원섬유단백질이 56.3%, 알칼리 가용성 단백질이 12.5%, 근기질단백질이 2.6%이었고, 무지개송어의 경우는 근형질단백질이 33.1%, 근원섬유단백질이 57.4%, 알칼리 가용성 단백질이 8.3%, 근기질단백질이 2.9%이었다.

변과 남(1981)¹⁴⁾ 및 김 등(1982)⁵⁾은 사후경과와 더불어 어육의 근원섬유단백질은 줄어들고, 알칼리 가용성 단백질의 양이 늘어난다고 보고하였다. 이와 같은 보고에 미루어 은연어와 무지개송어에 있어서도 알칼리 가용성 단백질의 대부분이 근원섬유단백질의 미추출분 혹은 변성단백질의 불용성 핵분으로 본다면, 은

연어와 무지개송어의 근원섬유단백질은 각각 68.8%와 65.7%에 해당하여 은연어가 무지개송어에 대하여 3%가량 많음을 알 수 있었다. 그러나 근형질 단백질의 양은 무지개송어가 은연어에 비하여 약 3%가량 많았다.

본 실험의 단백질 조성 결과는 김 등(1982)⁵⁾의 방어 보통육의 단백질 조성에 관한 보고와 최 등(1986)¹⁵⁾의 뱀장어에 대한 보고 등에 미루어 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나 Watabe 등(1983)¹⁶⁾의 상어육 단백질 조성과는 근형질단백질에 있어서 많은 차이를 보이고 있는 점에 미루어 경골어류의 단백질 조성은 거의 비슷한 수준임을 알 수 있었다.

그리고 은연어 및 무지개송어의 근형질단백질과 근원섬유단백질을 이루는 구성 subunit를 SDS-polyacrylamide 전기영동법으로 분석한 결과(Table 3, 4), 은연어의 근형질단백질은 13개의 subunit가 검출되었으며, 무지개송어의 경우는 16개의 subunit가 검출되었다. 은연어와 무지개송어 근형질단백질의 분

Table 3. Subunit distribution in SDS-polyacrylamide gel electrophoretograms by relative mobility between coho salmon and rainbow-trout myofibrillar proteins

Relative mobility	Dalton unit ($\times 10^{-3}$)			Reference
	Coho salmon	Rainbow-trout		
0.022	205	205	MHC	210 ¹⁾ , 200 ^{2,4)}
0.043	177	177		
0.075	150	150		
0.108	123	123		
0.129	-	110		
0.151	100	100		
0.183	84	84		
0.215	70	70		
0.280	-	58		
0.376	45	45	Actin	45 ²⁾ , 43 ⁴⁾
0.441	38	38	Tropomyosin	38 ³⁾ , 37 ⁵⁾
0.505	32.5	32.5	Troponin-T	32 ³⁾ , 30 ⁴⁾
0.548	-	28.5	MLC-1	29 ⁶⁾ , 28 ⁶⁾
0.570	27	-	MLC-1	27.5 ⁶⁾
0.645	22.5	22.5	Troponin- I	24 ^{2,3)} , 21 ⁴⁾
0.720	18.5	18.5	MLC-2	19 ⁶⁾ , 18.5 ⁶⁾

NHC : myosin heavy chain, MLC : myosin light chain

- 1) Samejima and Wolfe(1976)¹⁷⁾ 2) Porizion and Pearson(1977)¹⁸⁾ 3) Reddy et al. (1975)¹⁹⁾
 4) Seki(1977)²⁰⁾ 5) Seki and Konno(1975)²¹⁾ 6) Watabe et al.(1982)²²⁾

Table 4. Subunit distribution on SDS-polyacrylamide gel electrophoretograms by relative mobility between coho salmon and rainbow-trout sarcoplasmic proteins

Relative mobility	Dalton unit ($\times 10^{-3}$)	
	Coho salmon	Rainbow-trout
0.022	205	205
0.059	165	165
0.070	—	157
0.097	—	133
0.151	98	98
0.183	82	82
0.215	—	69
0.280	58	58
0.360	47	47
0.392	43.5	43.5
0.430	39	39
0.452	36.5	36.5
0.548	29	29
0.581	26	26
0.710	18.5	18.5
0.806	14.5	14.5

자량별구성 subunit 분포상의 차이를 보면, 분자량 205,000, 165,000, 98,000, 82,000, 58,000, 47,000, 43,500, 39,000, 36,500, 29,000, 26,000, 18,500 및 14,500 dalton의 subunit는 서로 일치하였으나, 무지개송어에 있어서는 157,000, 133,000 및 69,000 dalton에 해당하는 subunit가 더 검출되었다. 남(1983)²³⁾은 3년생 이스라엘 잉어의 근형질단백질은 10개의 subunit로 구성되어 있다고 보고하였으며, 최등(1986)¹⁵⁾은 뱀장어의 경우, 천연산과 양식산 근형질단백질 subunit간에는 차이를 보인다고 보고하였다. 그리고 Scopes(1968)²⁴⁾는 토끼 골격근의 수용성 단백질 분획은 대부분이 해당계 효소에 속한다고 보고하였다. 한편 山田과 鈴木(1982)²⁵⁾은 어육 근형질단백질을 전기영동하여 특징적인 subunit를 비교함으로써 종을 판정할 수 있다고 보고하였다. 이와 같은 보고들에 미루어 은연어와 무지개송어의 근형질단백질의 구성 subunit차는 종의 차이에 기인하는 것이라 생각된다.

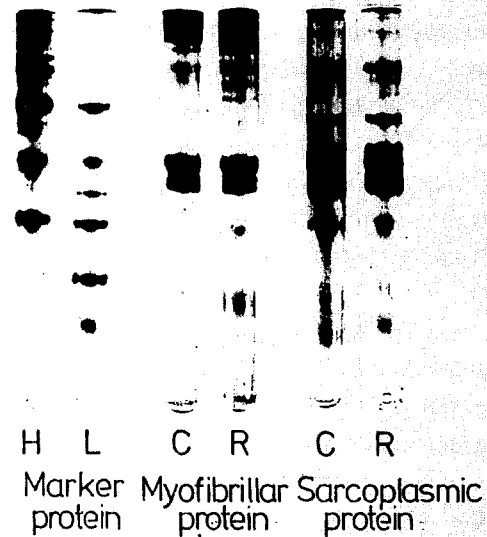


Fig. 1. Electrophoretograms of SDS-solubilized sarcoplasmic and myofibrillar proteins from coho salmon and rainbow-trout muscle.

H, high molecular weight marker protein
L, low molecular weight marker protein
C, coho salmon R, rainbow-trout

한편 은연어와 무지개송어 근원섬유단백질의 구성 subunit는 각각 13개 및 15개이었다. 이들의 subunit를 각 동물의 종별로 동정하여 보고한 자료들과 비교해 보면, 205,000 dalton에 해당하는 것은 myosin heavy chain인 것으로, 45,000 dalton에 해당하는 것은 actin으로, 38,000과 32,500 dalton에 해당하는 것은 각각 tropomyosin과 troponin-T로 판단하였다. 또한 은연어의 27,000 dalton과 무지개송어의 28,500 dalton에 해당하는 subunit는 myosin light chain-1로 판단하였으며, 22,500과 18,500 dalton의 subunit는 각각 troponin-I와 myosin light chain-2로 판단하였다.

Myosin light chain의 분자량과 관련하여 高土 등(1974)²⁶⁾은 SDS-polyacrylamide 전기영동으로 판정

한 light chain의 분자량은 동물종에 따라 분명한 차이를 보인다고 보고하였으며, Watabe 등(1982)²²⁾은 14종 어육 myosin의 light chain을 비교 검토한 결과, light chain-A2의 분자량이 DTNB-light chain과 동일하거나 큰 것은 회유성 어류라고 보고하였다.

이상의 보고들에 비추어, 은연어와 무지개송어의 myosin light chain-1의 분자량이 틀린 것은 종에 따라 차이이며, light chain에 해당하는 subunit가 두 개인 것은 light chain의 분자가 겹쳐서 전기영동상의 띠로 나타났기 때문으로 추정된다. 그러나 보다 분명히 하기 위해서는 myosin의 정제 후 myosin의 light chain에 따른 실험이 수반되어야 할 것이다.

3. 아미노산 조성

은연어와 무지개송어 육단백질의 아미노산 조성은

Table 5. Amino acid composition of coho salmon and rainbow-trout muscle
(Unit: g-A.A/16g-N)

Amino acid	Coho salmon	Rainbow-trout
Essential amino acid		
Thr	4.24	4.95
Ser	2.78	3.90
Val	7.45	6.73
Ile	5.38	5.40
Leu	8.18	8.20
Lys	8.67	8.15
Met	2.82	3.10
Phe	4.58	4.95
Trp	1.07	1.09
Nonessential amino acid		
1/2Cys	0.88	0.95
Try	3.07	3.80
Asp	7.11	5.40
Glu	18.31	17.25
Gly	4.58	4.70
Ala	6.28	6.40
His	2.53	2.70
Arg	8.72	6.90
Pro	2.63	2.55
Hypro	0.19	0.25
Total	99.47	97.37
Protein of sample	94.00	93.25

Table 5와 같다. 은연어와 무지개송어 육단백질의 필수아미노산 간에는 거의 차이가 없었으며, 특히 많은 아미노산은 라이신, 류신, 발린이었으며, FAO/WHO의 필수아미노산 기준과 비교해 볼 때 완전단백질임이 확인되었다. 한편 비필수아미노산 중에서 양적으로 많은 것은 글루탐산, 아르기닌, 아스파탐산 및 알라닌이었으며, 아르기닌을 제외하고는 은연어와 무지개송어의 아미노산 조성 간에는 두드러진 차이가 보이지 않았다.

은연어와 무지개송어 사이에 분포하는 유리아미노산의 조성을 알아보기 위하여 70%에탄올로써 추출하여 농축한 엑스분 중의 유리아미노산 분석결과는 Table 6과 같다. 은연어와 무지개송어육 중에서 가장 많은 유리아미노산은 anserine으로서 유리아미노산의 61.8%와 47.3%를 각각 차지하고 있었다. 따라서 이들 유리아미노산이 은연어와 무지개송어육의 독특한 풍미에 큰 영향을 미칠 것으로 판단되었다. 그외의 아미노산으로서 비교적 양이 많은 것은 타우린, 글리신, 알라닌, 1-methylhistidine 및 히스티딘이었다.

Konosu 등(1983)¹³⁾은 80% 에탄올로 추출한 암컷과 수컷 연어 배육의 유리아미노산 중에서 anserine이 차지하는 비율은 64.9%와 73.6%였다고 하였으며, Shirai 등(1983)²⁷⁾은 가열한 배육에서 추출한 암컷과 수컷 은연어의 총유리아미노산 중에서 anserine이 차지하는 비율은 각각 74.2%와 63.6%였다고 보고하여, 본 실험의 은연어의 경우와 큰 차이를 보이지 않았다.

4. 지방산 조성

Table 7은 은연어와 무지개송어의 지방산 조성을 나타낸 것이다. 은연어의 경우, 지방산 조성비를 보면 polyenes 31.49%, monoenes 43.79%, 포화산 24.73%였고, 이중에서 특히 oleic acid가 가장 높게 나타났다. 그리고 무지개송어의 경우 polyenes 30.96%, monoenes 42.64%, 포화산 26.40%이었다. 무지개송어의 총지방산 조성 중에서 oleic acid가 28.40%로 가장 많았으며, 은연어의 지방산 조성비와 큰 차이를 보이지 않았다. Lovorn(1963)²⁸⁾은 연어육의 포화지방산 중에서 가장 많은 것은 oleic acid이며, "parr" 단계에서 "smolt" 단계로 넘어감에 따라 불포화지방산인 C₁₆의 함량은 줄어들어 C₂₀와 C₂₂의 불포화지방산

Table 6. Free amino acid composition of the alcohol extracts from coho salmon and rainbow-trout

(mg-A.A./100g-wet muscle)		
Amino acid	Coho salmon	Rainbow-trout
Phosphoserine	0.51	0.61
Taurine	29.89	39.81
Asp	0.19	2.05
Thr	2.92	6.62
Ser	2.31	6.73
Glu	11.76	20.53
Gly	12.68	23.79
Ala	17.28	38.89
α -amino butyric acid	0.13	0.27
Val	2.47	9.12
Cys	—	0.14
Met	0.20	2.20
Ile	1.28	7.10
Leu	1.96	9.49
Cysthathione	—	0.14
Tyr	1.68	4.68
Phe	1.19	3.67
β -amino butyric acid	18.95	17.51
Ethanolamine	3.37	5.32
Ammonia	1.77	6.44
Hydroxylysine	0.65	0.64
Ornithine	0.73	1.00
Lys	2.24	21.50
1 methylhistidine	34.55	32.24
His	19.38	19.58
Anserine	276.35	262.59
Carnosine	1.09	—
Arg	0.51	—
Pro	—	1.25
Hydroxyproline	1.09	0.81
Total	447.13	544.76

함량이 늘어난다고 보고하였다²¹⁾.

본 실험의 결과를 "smolt" 단계인 연어와 비교해 보면, C₂₀불포화지방산의 양이 다소 적었으나, C₁₆, C₁₈, C₂₂ 불포화지방산의 함량은 거의 유사한 경향을 나타내고 있었다. 그러나 연어의 성장 단계별 지방산 조성의 차이는 차후 확인할 필요가 있을 것으로 판단된다.

Table 7. Total fatty acid composition of coho salmon and rainbow-trout muscle
(Area%)

Fatty acid	Coho Salmon	Rainbow-trout
12:0	0.21	0.26
14:0	0.08	—
16:0	19.49	18.69
18:0	3.17	4.70
20:0	0.64	1.15
22:0	0.87	0.77
Saturates	24.73	26.40
14:1	4.22	3.52
16:1	11.65	9.74
17:1	0.32	0.98
18:1	27.60	28.40
Monoenes	43.79	42.64
18:2	1.79	2.63
18:3	3.27	4.28
20:4	2.73	2.34
20:5	5.20	4.50
22:4	0.65	0.30
22:5	2.57	1.94
22:6	15.28	14.97
Polyenes	31.49	30.96

요 약

최근 국내에서 해산 가두리 양식에 성공한 은연어와 무지개송어의 식품학적 평가를 위하여 육의 단백질, 아미노산 및 지방산 조성을 분석, 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 은연어와 무지개송어의 단백질과 조지방 함량은 각각 22.6%, 5.4% 및 20.8%, 10.2% 이었다. 은연어의 육단백질은 근형질단백질 29.9%, 근원섬유단백질 56.3%, 알칼리 가용성 단백질 12.5%, 근기질단백질 2.6%로 구성되어 있었으며, 무지개송어는 근형질단백질 34.1%, 근원섬유단백질 56.4%, 알칼리 가용성 단백질 8.3%, 근기질단백질 2.9%로 구성되어 있었다. 은연어의 근형질단백질의 구성 subunit는 13개였으며, 무지개송어는 16개였다. 한편 은연어 및 무지개송어의 근원섬유단백질의 구성 subunit는 각각 13개와 15개였다. 각육의 구성아미노

산 조성은 어종에 따라 큰 차이를 보이지 않았으며, 필수아미노산의 조성으로 판단할 때 완전 단백질임을 확인하였다. 은연어와 무지개송어육의 총유리아미노산 중에서 anserine이 차지하는 비율이 가장 높아서 각각 61.8%와 48.2%에 해당하였다. 그의 비교적 함량이 많은 유리아미노산은 타우린, 글리신, 알라닌, 1-methyl histidine 및 히스티딘이었다. 은연어와 무지개송어육의 지방산 조성은 polyenes 31.49%와 30.96%, monoenes이 43.79%와 42.64%, 포화산이 24.73%와 26.40%였다. Polyenes중에는 docosahexaenoic acid가 15.28%와 14.97%로 가장 많았으며, monoenes에서는 oleic acid가 27.60%와 28.40%였고, 포화산인 경우는 palmitic acid가 19.49%와 18.69%로 가장 많았다.

참고문헌

1. 과학기술처 해양연구소 : 연어·송어類 養殖技術開發에 關한 研究. BSPG 00066-202-3(1988)
2. 강용주 : 鱒相에 의한 아시아계 백연어 *Oncorhynchus keta* (Wabbaum)의 계통판정에 관한 연구. 한국수산학회지, 7(2), 91-97(1974)
3. 김인배, 조재윤 : 부산지방에서 실내 수조를 이용한 무지개송어의 사육실험. 韓水誌., 10(4), 267-274(1977)
4. 김인배, 조재윤 : 실내 수조를 이용한 무지개송어의 사육실험. 한국수산학회지, 11(4), 233-238(1978)
5. 金章亮, 崔暎準, 卞在亨 : 방어 普通肉과 血合肉의 蛋白質 및 아미노산 組成의 死後 變化. 韓水誌., 15(2), 123-136(1982)
6. Layne, E. : Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring protein. in "Methods in Enzymology III" T. P. Colowick and N. 20. Kaplan(ed.), Academic press, New York, 450-451(1957)
7. Weber, K. and Osborn, M. : The reliability of molecular weight determination by dodecyl sulfate polyacrylamide del electrophoresis. *J. Biol. Chem.*, 244, 4406-4412(1969)
8. 裴宗梅 : 계의 추출물 중에 함유되어 있는 질소화합물에 대하여. 釜山水產大學 大學院 碩士學位 請求 論文(1989)
9. Species, J. R. and Chamber, D. C. : Chemical determination of tryptophan. *Anal. Chem.*, 20, 30-39(1948)
10. Pieniasek, D., Grabarek, Z. and Rakowska, M. : Quantitative determination of the content of available methionine and cysteine in food proteins. *Nutr. Metabol.*, 18, 16-22(1975)
11. Yates, L. D. and Greaser, M. L. : Quantitative determination of myosin and actin in rabbit skeletal muscle. *J. Mol. Biol.*, 168, 123-141(1983)
12. Folch, J., Lee, M. and Sloame-Stanley, G. A. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from tissues. *J. Biol. chem.*, 226, 497-509(1957)
13. Konosu, S., Yamaguchi, K., Fuke, S. and Shirai, T. : Amino acids and related compounds in the extracts of different parts of the muscle of chum salmon. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 49(2), 301-304(1983)
14. 卞在亨, 南澤正 : 말쥐치 肉의 死後經過에 따른 蛋白質組成의 變化. 韓水誌., 14(1), 15-23(1981)
15. 崔鎮浩, 林采喚, 崔暎準, 卞大錫, 金昌陸, 吳成基 : 天然 및 養殖產 鯊장어의 蛋白質 및 아미노酸 組成比較. 韓水誌., 19(1), 60-66(1986)
16. Watabes, S., Ochiai, Y., Kanoh, S. and Hashimoto, K. : Proximate and protein compositions of requiem shark muscle. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 49(2), 265-268(1983)
17. Samejima, K. and Wolfe, F. H. : Degradation of myofibrillar protein components during postmortem aging of chicken muscle. *J. Food Sci.*, 41, 250-254(1976)
18. Porizio, M. A. and Pearson, A. M. : Improved resolution of myofibrillar proteins with sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel

- electrophoresis. *Biochim. Biophys. Acta*, **490**, 27-34(1977)
19. Reddy, M. K., Etlinger, J. D., Rabinowits, M., Fischman D. A. and Zak, R. : Removal of Z-lines and α -actinin from isolated myofibrils by a calcium-activated neutral proteases. *J. Biol. Chem.*, **250**, 4275-4284 (1975)
20. 關仲夫 : 魚肉タンパク質, 水産學シリーズ20, 7-23. 恒星社厚生閣, 日本(1977)
21. 關仲夫, 今野久仁彦 : コイのトロボミオシンについての. 日水誌., **41**, 1135-1141(1975)
22. Watabe, S., Ochiai, Y. and Hashimoto, K. : Identification of 5,5' -dithiobis-2-nitrobenzoic acid(DTNB) and alkali light chains of piscine myosin. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **48**(6), 827-832(1982)
23. 南澤正 : 이스라엘 잉어의 연령별 筋肉蛋白質 組成의 比較. 韓水誌., **16**(3), 190-196(1983)
24. Scopes, R. K. : Methods for starch-gel electrophoresis of sarcoplasmic proteins. *Biochem. J.*, **107**, 139-150(1968)
25. 山田充阿彌, 鈴木秋果 : 筋形質蛋白質の博層等電點電気泳動法による魚種判別. 日水誌., **48**(1), 73-77(1982)
26. 高士令二, 室塚剛志, 新井健一 : コイおよびテイウピア背肉ミオシンとウサギ骨格筋ミオシンのlight chain. 日水誌., **40**(10), 1063-1069(1974)
27. Sirai, T., Fuke, S., Yamaguchi, K. and Konosu, S. : Amino acids and related compounds in the extracts of heated muscles of four species of salmon. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **49**(5), 765-768(1983)
28. Lovern, J. A. : The lipids of fish and changes occurring in them during processing and storage. In "Fish in Nutrition" E.Heen and R. Kreuzer(ed.), *Fishing News Publisher*, London, **86**-111(1963)

(1993년 5월 3일 수리)