

韓國產 연어 (*Oncorhynchus keta*)의 舍室素 엑스成分에 關한 研究

朴春奎 · 徐相璞* · 李應昊**

麗水水産大學校 食品工學科 · *國立水産振興院 利用加工研究室 · **釜山水産大學校 食品工學科

Studies on the Extractive Nitrogenous Constituents of Chum Salmon, *Oncorhynchus keta* in Korea

Choon-Kyu PARK, Sang-Bok SOUH* and Eung-Ho LEE**

Department of Food Science and Technology, Yosu National Fisheries University, Yosu 550-749, Korea

*National Fisheries Research and Development Agency, Shirang-ri, Kijang-up, Yangsan-gun, Kyong-Nam, 626-900, Korea

**Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

In order to investigate the food quality of Korean chum salmon (*Oncorhynchus keta*) the composition of extractive nitrogenous components including the free amino acids, oligopeptides, nucleotides and related compounds, guanidino compounds, and quaternary ammonium bases were analyzed.

The extractive nitrogen from the muscle ranged from 478 to 648 mg/100 g with little discrepancies by sex, sampling seasons and areas. The large amount of anserine was noted with fairly low level of taurine, alanine, glycine, glutamic acid and lysine in each extract. After hydrolysis of the extracts remarkable increases were found in π -methylhistidine, β -alanine from anserine and carnosine. The sum of nucleotides and related compounds of the muscle was 3.32~9.22 μ mol/g, and predominant compound was the inosine 5'-monophosphate. The lower glycinebetaine, β -alaninebetaine and homarine were also found in some samples. The trimethylamine oxide content of the muscle was ranged from 107 to 148 mg, and the trimethylamine content was no more than 11 mg in all the collections. The concentrations of creatine in the muscle extracts ranged from 477 to 642 mg, and 8~11 mg for creatinine, respectively. The total nitrogens of the compounds analyzed for each samples accounted for more than 90% of the extractive nitrogen in this study.

Key words : chum salmon, extractive nitrogen, free amino acids, oligopeptides, nucleotides and related compounds, creatine, TMAO, anserine

서 론

우리나라 동해안의 각 하천에 회유하여 오는 연어 (*Oncorhynchus keta*)는 청어목 연어과 연어속 연어속에 속하는 냉수성 고급어종이다. 이 종은 한국 동해안을 비롯하여 일본연안 일대, 북해도, Kamchatka 반도, Alaska, Canada, 千島列島연안까지 널리 분포하며(鄭, 1977), 산란기가 되면 자기가 태어난 하천을

찾아 회귀하는 생리적인 습성을 가지고 있는 어종으로, 우리나라에서는 9월부터 12월 사이에 母川을 찾아 회유하여 오는데, 동해안에는 현재 12개 하천에 올라 오고 있다(Lim, 1991).

연어의 어획량은 1975년 248마리에 지나지 않았으나, 1985년에는 5,321마리, 1990년도에는 27,814마리로서 계속 증가하고 있으며, 최근에는 적극적인 부화방류 사업으로 자원고갈 방지 및 자원증식을 꾀하고 있

다(Lim, 1991, 1992). 우리나라에서 연어의 어획량은 많지 않으나 소비자의 지속적인 수요증가로 인하여 외국에서 1991년에 939톤, 1992년 2,864톤, 1993년 2,092톤, 그리고 1994년에는 4,265톤을 수입하였으며(수산청, 1995), 연어가 식용어로 중요한 위치를 차지하고 있는 것은 근육이 아름다운 적색을 띠고 있을뿐만 아니라 맛도 좋아서 많은 사람들이 선호하기 때문이다.

그러나 지금까지 우리 연안에서 어획되는 연어에 대하여는 식품학적인 연구가 거의 없는 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 한국산 연어를 식품화학적인 관점에서 10~12월의 산란기를 중심으로 어획시기별, 성별, 어획장소별(바다, 강), 방란유무별로 엑스분종의 합질소 엑스성분의 분포를 밝히고자 유리아미노산, oligopeptide류, 핵산관련물질, guanidino 화합물, 4급암 모늄염기 등을 분석하였다.

재료 및 방법

시 료

우리 나라 동해안의 강원도 양양군 남대천에 올라 오는 연어(*O. keta*)를 1991년 10~12월 사이에 매월 2회씩 현지에서 직접구입하여 ice box에 채우고 실험실까지 운반한 다음 즉시 전처리하여 -40℃ 동결고에 보관하여 두고 등육(dorsal meat)을 분석용 시료로 사용하였으며, 시료의 조성은 Table 1과 같다.

엑스분 조제 및 엑스분 질소 측정

Stein and Moore(1954)방법에 따라 1% picric acid 엑스분을 조제하여 엑스분 질소, 유리아미노산, oligopeptide류, trimethylamine oxide (TMAO), trimethylamine(TMA), creatine 및 creatinine 분석용 시료로 사용하였다. 그리고 핵산관련물질 측정을 위하여 Nakajima et al.(1961)의 방법에 따라 5% perchloric acid 엑스분을 별도로 조제 하였으며, 엑스분질소량은 Micro-Kjeldahl 법(日本食品工業學會, 1984)으로 측정하였다.

유리아미노산 분석

앞에서 조제한 1% picric acid 엑스분을 Hitachi 835 model의 자동아미노산 분석기를 사용하여 생체액분석법(日立理科學, 1987)에 따라 분석하였다. 엑스분시료는 농도에 따라 희석하여 50 μ l를 분석하였으며, 표준아미노산으로는 Pierce Chem. Co. (Illionois) 조제의 생체용 아미노산 표준시약 A/N 및 B를 사용하였다.

Oligopeptide류 분석

엑스분 시료에 염산을 가하여 6N로 한다음 유리 ample에 넣고 밀봉하여 110℃에서 16시간 가수분해하고 유리아미노산과 같은 방법으로 분석하였으며, 가수분해 전후의 분석치로 계산하였다.

핵산관련물질 분석

Table 1. Description of chum salmon used in experiments

Sample	Sampling date	Sex	Catched location	Body length (cm)	Body Weight (g)	Remark
F-1	Oct. 16, '91	Female	Adjacent sea	55.0	1,800	Matured
F-2	Oct. 16, '91	Female	River	55.0	1,500	Spent
F-3	Nov. 8, '91	Female	Adjacent sea	53.8	1,790	Matured
F-4	Dec. 3, '91	Female	River	68.8	2,681	Matured
M-1	Oct. 10, '91	Male	Adjacent sea	65.0	2,800	
M-2	Nov. 8, '91	Male	Adjacent sea	57.0	2,800	
M-3	Nov. 8, '91	Male	River	56.0	1,709	
M-4	Dec. 3, '91	Male	River	51.2	1,456	

고속액체크로마토그래피(HPLC, Hitachi model L-6200)를 사용하여 분석하였으며, buffer로는 2% triethylamine-phosphoric acid (pH 7.0)를 사용하였고(Kitada et al., 1983), 유속은 0.8 ml/min, 검출과장 254 nm, column 온도 40°C, 그리고 column은 μ Bondapak C₁₈(3.9×300 mm, USA)을 사용하였다.

Betaine류 분석

HPLC를 사용하는 Park et al.(1990)의 방법에 따라 분석하였다.

TMAO와 TMA 분석

TMA는 Bullard and Collins(1980) 방법, 그리고 TMAO는 titanous chloride를 가하여 TMA로 환원후 정량하는 Bysted et al.(1959)의 방법에 따라 분석하였다.

Creatine 및 creatinine 분석

Creatine은 Niiyama (1961)의 비색법, 그리고 creatinine은 Yatzidis (1974)의 방법으로 분석하였다.

일반성분 분석

수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Semi-micro Kjeldahl법, 조회분은 건식 회화법, 지방은 Soxhlet법, 그리고 glycogen은 Hanes (1929)법으로 정량하였다.

일반성분

연어(*O. keta*)의 일반성분 분석결과는 Table 2와 같다. 수분함량은 72.3~77.9%, 단백질 19.4~24.7%, 지질 0.7~1.3%, 회분 1.1~1.5%, glycogen 0.03~0.08% 범위였다. 암컷의 수분함량은 평균 73.9%로서 수컷의 76.6%보다 낮은 반면, 단백질함량에서는 암컷 평균 23.1%로서 수컷의 21.0% 보다 높았다. 그리고 지질, 회분, glycogen 함량은 암수별로 큰 차이가 없었다.

같은 종에 대한 한국수산물성분표(국립수산물진흥원, 1989)의 일반성분 분석 자료와 비교하면 수분은 75.8%, 단백질 20.6%, 지방 1.6%, 회분 1.5%로서 본 연구결과와 비슷한 수준이었다.

일본 식품성분표(科學技術廳 資源調査會, 1982)와 비교하면 수분 63.9%, 단백질 20.7%, 지질 8.4%, 회분 1.5%로서 본 실험 결과보다 수분은 낮고 지질은 상당히 높았다. 이와 같은 원인은 일본식품성분표에서는 fillet를 분석시료로 하였으므로 피하지방, 혈함육, 복부근육도 포함되었기 때문으로 생각된다.

엑스분 질소

연어의 엑스분질소와 합질소 엑스성분 조성은 Table 3 및 Fig. 1과 같이 478~648 mg(등육 100 g 중의 mg, 이하같음) 범위였고, 평균값은 570 mg 이었다. Konosu et al.(1983)과 Shirai et al.(1983)은 북태평양에서 어획한 연어류 5종의 背肉에 대하여 엑스분질소를 317~400 mg으로 보고한 바 있어 본 연구 결과보다 낮았다. 연어 이외의 어류에 대한 엑스분질소의 측정예를 보면 다랑어, 가다랑어가 700~800 mg,

결과 및 고찰

Table 2. Proximate composition of the muscle of chum salmon (%)

Sample*	Moisture	Protein	Lipid	Ash	Glycogen
F-1	72.3	24.7	1.3	1.2	0.08
F-2	73.3	23.3	1.2	1.5	0.04
F-3	75.3	21.7	1.3	1.5	0.03
F-4	74.5	22.5	1.3	1.1	0.06
M-1	75.0	23.0	0.8	1.1	0.05
M-2	76.1	21.3	1.3	1.0	0.05
M-3	77.4	19.4	0.9	1.3	0.03
M-4	77.9	20.3	0.7	1.0	0.04

* See Table 1.

Table 3. Nitrogenous constituents in the muscle extracts of chum salmon*

	(mg/100 g)							
	F-1**	F-2	F-3	F-4	M-1	M-2	M-3	M-4
Extractive nitrogen	648	603	575	588	594	544	478	530
Free amino acids and oligopeptides								
Phosphoserine	-(11)	-	+(9)	+(24)	-(9)	+(10)	+(8)	1(11)
Taurine	24	55	39	78	105	44	55	106
Aspartic acid	2(25)	3(17)	1(18)	2(97)	1(24)	1(18)	3(18)	10(37)
Hydroxyproline	-(124)	-(103)	-(44)	-	-(94)	-(64)	-	-(99)
Threonine	6(9)	8(7)	6(9)	7(48)	6(9)	4(8)	8(9)	12(19)
Serine	7(7)	24(4)	7(48)	11(34)	7(7)	5(6)	22(5)	27(13)
Glutamic acid	17(34)	7(21)	15(34)	23(45)	20(30)	21(29)	8(26)	20(63)
Glutamine	6	2	2	-	4	-	3	9
Sarcosine	-(10)	-(8)	1(8)	-(7)	-(8)	1(12)	1(5)	-(7)
Glycine	13(35)	55(23)	15(47)	48(70)	11(52)	10(42)	54(34)	29(47)
Alanine	40(26)	61(18)	35(21)	14(74)	41(25)	30(24)	34(17)	62(37)
Citrulline	-	-	-	3	-	-	-	14
Valine	7(14)	11(8)	8(17)	9(43)	7(12)	8(9)	9(17)	14(16)
Cystine	1	3	-	-	1	-	-	2
Methionine	4	6	6	11	3	4	9	15
Isoleucine	4(12)	6(7)	6(9)	6(53)	4(10)	4(8)	6(7)	10(15)
Leucine	9(17)	15(9)	10(14)	11(18)	8(16)	6(12)	14(11)	24(24)
Tyrosine	8	7	8	6	-	6	8	13
Phenylalanine	7(15)	10(8)	7(14)	9(16)	8(10)	4(15)	9(13)	13(20)
β -Alanine	-(391)	1(327)	-(346)	-(288)	-(297)	-(332)	-(261)	-(266)
γ -Amino- <i>n</i> -butyric-acid	-(4)	1(2)	-	-	-(4)	-	+	1
Ethanolamine	+(1)	1(1)	1(2)	2(3)	1(1)	+	1(1)	1(3)
Ammonia	16	16	22	20	17	23	20	22
Ornithine	7	13(7)	5(14)	10(9)	7	5(10)	5(7)	6(9)
Lysine	7	16(15)	9(18)	9(17)	9(19)	11(18)	14(20)	39(54)
<i>n</i> -Methylhistidine	-(900)	-(688)	-(794)	-(748)	-(633)	-(831)	-(678)	-(710)
Histidine	6(14)	15(9)	6(13)	8(13)	7(12)	4(11)	11(12)	16(22)
Anserine	1242	1085	905	945	954	861	738	724
Carnosine	5	-	6	-	5	6	11	21
Arginine	3(6)	5(3)	3(6)	2(14)	3(7)	3(5)	6(5)	15(17)
Nucleotides and related compounds								
ATP	+	+	+	+	+	+	+	+
ADP	1	1	3	1	2	3	1	1
AMP	2	2	2	1	2	1	1	1
IMP	152	114	185	58	222	176	97	91
Ino	26	74	65	34	37	57	66	30
Hyp	3	7	6	5	19	4	7	5
Others								
Glycinebetaine	-	-	43	24	-	23	27	23
β -Alaninebetaine	9	11	-	-	-	-	2	8
Homarine	-	-	1	-	1	+	+	-
TMAO	131	107	142	143	125	143	148	136
TMA	10	8	8	6	11	7	7	10
Creatine	642	477	543	539	559	592	497	481
Creatinine	12	10	10	8	10	11	10	10

* Small amounts of α -amino adipic acid, α -aminop-*n*-butyric acid, β -aminoisobutyric acid, τ -methylhistidine were detected in some samples, but they are not given in the table.

The amounts of oligopeptides are given in parentheses.

Abbreviations and marks used: Ino, inosine; Hyp, hypoxanthine; TMAO, trimethylamine oxide; TMA, trimethylamine; +, trace; -, not detected.

** See Table 1.

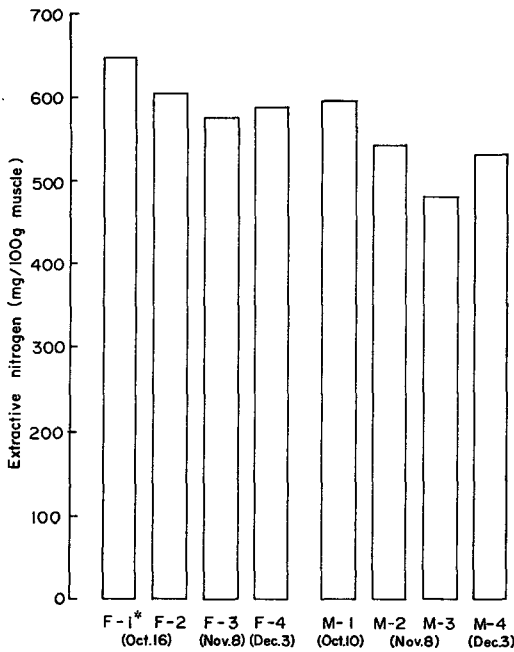


Fig. 1. Extractive nitrogen of chum salmon samples. *See Table 1.

방어, 고등어, 정어리가 550 mg, 전갱이, 농어 400 mg, 복어, 돔, 넙치, 은어에서는 300 mg 정도로서 적색육 어류에 많고 백색육 어류에는 적었다(Simizu, 1949). 따라서 본 연구에서 연어의 엑스분질소 함량은 백색육 어류보다는 높고, 적색육 어류중의 방어, 고등어, 정어리 수준이라 할 수 있다.

연어의 엑스분질소 함량을 자웅별로 살펴보면 암컷은 575~648 mg 범위로서 수컷의 478~594 mg 범위보다 약간 높은 경향이였다. 어획시기에 따라 엑스분질소를 비교해 보면 10월(Table 3의 F-1, F-2, M-1)이 평균 615 mg으로서 11월(F-3, M-2, M-3), 12월(F-4, M-4)의 532와 559 mg 보다 높아서 어획시기가 가을에서 겨울로 옮겨짐에 따라 맛이 떨어지는 것으로 생각된다. 한편, 강에서 어획된것(F-2, F-4, M-3)이 바다에서 어획된것(F-1, F-3, M-2) 보다, 방란한것(F-1)이 포란중인것(F-2) 보다 각각 엑스분질소 함량이 낮게 나타났다.

유리아미노산

연어 엑스분의 유리아미노산 조성은 Table 3과 같다. 모두 21~25 성분이 검출되었으며, 총량은 1,049~

1,441 mg 범위로서 각각의 성분에 약간의 차이는 있었으나 전체로서는 거의 유사하였다.

유리아미노산 총량을 어획시기별로 살펴보면 10월은 594~648 mg 범위로서 11월, 12월의 478~575 mg 과 530~588 mg 보다 높은 편이었다. 그러나 강에서 어획한것과 바다에서 어획한것, 그리고 포란한것과 방란한것 간에는 큰 차이가 없었다.

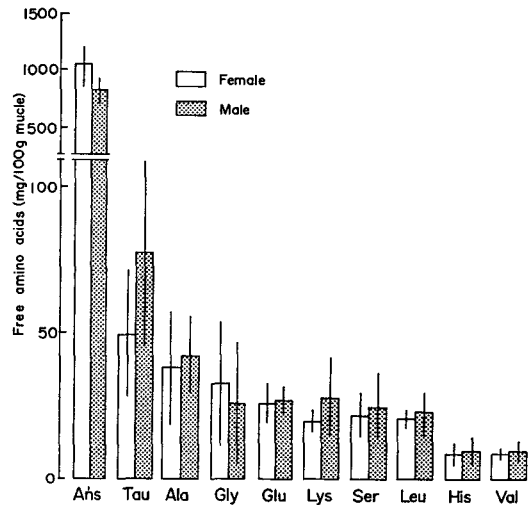


Fig. 2. Free amino acids in the muscle extracts of chum salmon samples.

개개의 유리아미노산을 살펴보면 함량이 많고 중요한 것으로는 anserine, taurine, alanine, glycine, glutamic acid, lysine 등의 순이었다(Fig. 2). 특히 anserine은 어획시기, 성별, 어획장소, 방란유무에 관계없이 그 함량이 특이하게 높아서 724~1,242 mg 범위로서 유리아미노산 총량의 58.8~86.2%를 차지하였다. Anserine 함량을 어획시기별로 비교하면 10월산은 954~1,242 mg으로서 11월, 12월산의 각각 738~905 mg과 724~945 mg 보다 높고, 성별로는 암컷이 905~1,242 mg로서 수컷의 724~954 mg보다 높았다. 연어의 anserine 함량은 암수 모두 어획시기에 따라 차이가 많았으며, 그 시기가 가을에서 겨울로 이동됨에 따라 급격히 감소되는 현상을 나타내었다(Fig. 3). 강에서 어획된 연어의 anserine함량은 738~1,085 mg 범위로서 바다에서 어획한 것의 861~1,242 mg 보다 낮아졌다.

연어류의 근육에서 anserine이 풍부한 것은 Luck-

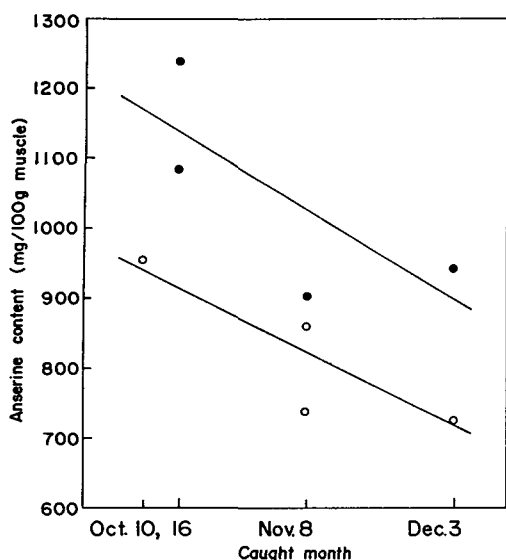


Fig. 3. Relationship between the catching time and anserine content of chum salmon samples.

- : Female,
 $Y = -5.0655X + 1215.2106$ ($r = -0.7594$),
 $p < 0.1$
- : Male,
 $Y = -4.3016X + 982.7108$ ($r = -0.8720$),
 $p < 0.05$

ton and Olcott(1958)이 이미 지적한 바 있으며, 왕연어(*O. tshawytscha*), 은연어(*O. kisutch*), 곱사연어(*O. gorbuscha*)에서 279~613 mg으로 보고 하였다. 이 값은 본 연구의 연어(*O. keta*)에서의 724~1,242 mg 보다 훨씬 낮아 절반이하의 수준이었다. 또한 Konosu et al.(1983)은 북태평양에서 어획된 연어(*O. keta*) 등육의 anserine 함량을 암컷과 수컷에서 각각 446과 549 mg으로 보고 하였는데, 본 연구에서의 평균 1,044와 819 mg 보다 훨씬 낮은 값이었다.

Anserine은 수산동물에서는 연어, 송어 이외에도 다랑어류, 상어류, 고래류에 많이 분포하는 것으로 알려져 있으며(Suyama et al.,1970), 육상동물은 쥐, 토끼, 닭의 근육(Davey, 1960), 지네, 지렁이(Tamaki et al., 1976) 등에도 많이 함유되어 있다. Suyama and Shimizu(1982)는 anserine을 다량함유하는 상어 *Lamna cornubica* 근육으로 합성 엑스분을 조제하여 anserine 이 pH 6 이상에서 근육의 완충능에 큰 역할을 하는 것으로 보고 하였다. 또한 Avena and Bowen(1969)은

anserine이 myosin ATPase의 부활작용을 한다고 하였고, Brown(1981)은 cytochrome oxidase의 활성화를 위한 銅이온 수송에 관여하고 있다고 하여 수산동물에서 anserine의 생리작용에 대하여는 금후의 연구과제로 생각된다.

Anserine의 정미상의 역할에 대하여 Suyama and Shimizu(1982)는 상어 근육의 합성 엑스분으로 관능검사를 한 바 anserine을 가하면 약간 酸味를 증가시켰으며, 감칠맛이 증가하였다고 기술하고 있다.

Anserine 다음으로 함량이 많았던 유리아미노산은 taurine으로서 24~106 mg 검출되었다. Taurine 함량은 10월과 11월에 어획된 것에서 각각 24~105 mg과 39~55 mg은 12월에 78~106 mg 보다 낮았으며, 바다에서 어획된것의 24~44 mg은 강에서 어획된것의 55~78 mg 보다 낮고, 포란한것에서의 24 mg은 방란한것에서의 55 mg 보다 낮아서 어획시기, 어획장소, 방란유무로 비교해 볼때 앞에서 언급한 anserine과는 서로 상반되는 경향을 나타내었다. Glycine은 10~55 mg 검출 되었으며, 어획시기, 어획장소, 방란유무에 따른 변화 경향은 taurine과 일치 하였다. 이와같이 바다에서 서식하던 연어가 강으로 올라옴에 따라 그 함량변화가 현저한 anserine, taurine, glycine은 연어의 삼투압 조절에 깊이 관여 하고 있는 것으로 생각된다. 이와같은 이유는, 해양 무척추동물의 삼투압 조절에는 외부 환경수의 염분농도에 따라 그 함량변화가 심한 taurine, glycine, alanine, proline, glutamic acid, aspartic acid와 같은 유리아미노산이 큰 역할을 하는 것으로 보고되어 있기 때문이다(Awapara, 1962; Gilles, 1979; Clark,1985).

Oligopeptide류

연어 엑스분에서 oligopeptide류의 조성은 Table 3과 같다. 19~20 성분이 분석 되었으며, π -methylhistidine과 β -alanine이 각각 633~900 mg과 261~391 mg 으로서 특이적으로 많았는데 이는 dipeptide인 anserine과 carnosine이 가수분해되어 생성된 것으로 생각 된다. 그 다음으로 함량이 많은 것은 hydroxyproline 44~124 mg, glycine 23~70 mg, glutamic acid 21~63 mg, aspartic acid 17~97 mg, alanin 17~74 mg의 순이었다.

Oligopeptide 함량을 어획시기 별로 보면 10월, 11

월 시료에서 보다 12월에 높고, 암컷보다는 수컷에서, 바다보다는 강에서 어획된 시료에서, 그리고 방란한 것보다는 포란중인 것에서 그 함량이 다소 높게 나타났다.

한편 ATP, ADP, AMP, IMP 등의 nucleotide를 6N HCl로 가열처리하면 glycine이 생성되는 것으로 알려져 있으며 (Watanabe et al., 1974), 본 시료의 엑스분에 대해서도 산가수분해에 의해 생긴 glycine은 엑스분중의 nucleotide에서 생성된 것으로 생각된다. 이와 같은 이유로 시료 엑스분 중에는 anserine과 carnosine을 제외하면 oligopeptide류는 적은 양이라 할 수 있다.

핵산관련물질

연어 근육 엑스분의 핵산관련물질 함량은 Table 3 및 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서는 편의상 핵산관련물질 함량을 시료 1g 중의 μmol 로 표시하였다. 생체내에는 여러가지 생화학적 기능을 가진 저분자 nucleotide가 100종 이상이나 존재한다고 하며 (Suzuki, 1963), 수산동물의 근육에서 ATP 및 그 관련물질이 총 nucleotide량의 90% 이상을 차지한다고 보고 되어 있다 (Seki, 1971).

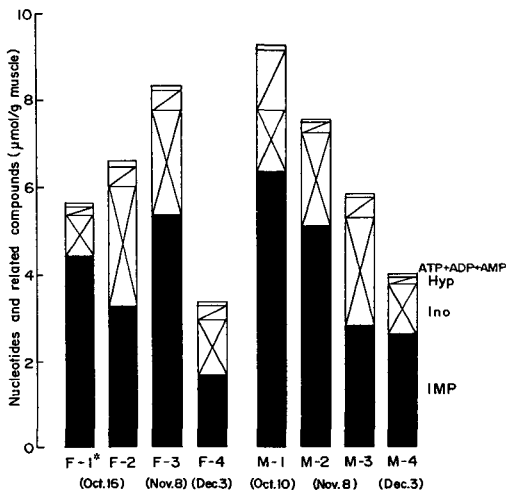


Fig. 4. Nucleotides and related compounds in the muscle extracts of chum salmon samples. * See Table 1.

시료에서 분석된 핵산관련물질로는 ATP, ADP, AMP, IMP, Inosine, Hypoxanthine이 검출되었으며,

그중에서도 특히 IMP와 Inosine이 각각 1.66~6.36 μmol (47.9~78.3%)과 0.95~2.75 μmol (15.0~42.3%)로서 핵산관련물질 총량의 90% 이상을 차지 하였다.

핵산관련물질의 총량은 3.32~9.22 μmol 로서 시료에 따른 차이가 많았다. 어획시기에 따라 핵산관련물질 함량을 그 총량으로 비교해 보면 10월과 12월이 각각 5.57~9.22와 5.84~8.29 μmol 이었으나, 12월에는 3.32~4.09 μmol 로서 급격히 감소 되었다. 자웅별로는 암컷과 수컷에서 각각 3.32~8.29와 4.09~9.22 μmol 로서 암컷에서 약간 낮았다. 그리고 어획장소에 따라서는 바다에서 어획된것은 5.58~8.29 μmol 이었으나, 강에서 어획된것은 3.32~6.57 μmol 로서 감소되고 있다.

Shirai et al. (1988)은 북태평양에서 어획한 연어 背肉의 과염소산 엑스분을 조제하고 ATP관련물질을 분석하여 그 총량은 암컷과 수컷에서 각각 8.47과 8.38 $\mu\text{mol/g}$ 으로 보고하였는데, 이는 본 실험에서 각각의 평균치 5.94와 6.67 μmol 보다 약간 높은 결과 였다.

IMP, GMP 등 nucleotide는 맛성분으로 알려져 있고 (Kuninaka, 1960; Yamaguchi et al., 1968), glutamic acid가 공존하면 상승작용에 의하여 강한 감칠맛을 나타내는 것으로 밝혀져 있으며, 그 자신은 거의 감칠맛을 나타내지 않는 AMP도 glutamic acid와 상승효과를 나타내는 것으로 보고되고 있어 (Hayashi et al., 1981) nucleotide는 식품학적으로 중요한 성분이며, 따라서 연어에서도 대부분의 핵산관련물질이 IMP로서 맛을 나타내는데 중요한 성분으로 생각된다.

Betaine류

연어 근육 엑스분 중의 betaine류로서는 일부시료에서 glycinebetaine, β -alaninebetaine 및 homarine이 검출되었으나 미량에 불과 하였다 (Table 3).

본 연구에서 glycinebetaine은 암컷 24~43 mg, 수컷 23~27 mg, β -alaninebetaine 각각 9~11 mg, 2~8 mg, 그리고 homarine은 1 mg 이하였다.

Betaine류는 수산동물에서 연체류나 갑각류에 많으며 상쾌한 감미를 가지므로 정미성분으로서도 중요시 되고 있다. 또한 어류에 대한 섭취유인성이 확인되어 (Konosu and Fuke, 1981), 이 분야에 있어서도 주목되는 성분이다. Shirai et al. (1988)은 북태평양에서 어획된 연어류 5종의 등육을 시료로 하여 ethanol 엑스분을 조제하고 glycinebetaine을 분석한 바 있으며,

본 연구에서와 같은 종인 연어(*O. keta*)의 암컷과 수컷에서 각각 69와 4 mg을 검출하였고, 다른 연어류 4종 홍연어(*O. nerka*), 왕연어, 은연어, 곱사연어에서는 암컷 8~77 mg, 수컷 1~104 mg 범위였다.

어류근육의 betaine 함량에 대하여 Shewan (1951)은 상어, 가오리 등 연골어에서 70~210 mg, 대구, 잉어 등 경골어류에서 10~102 mg, 그리고 Vyncke(1970)는 상어류에서 29~282 mg을 보고 하였다.

이상과 같이 어류 근육에서 betaine류의 분포에 관한 연구예가 빈약하기 때문에 일반적인 경향을 파악하기는 어렵지만 이들 문헌치와 비교하면 본 실험에서 연어 근육의 glycinebetaine 함량은 연골어 보다는 적고, 경골어 중에서도 낮은 수준이라 할 수 있다.

Hayashi et al.(1981)은 계류 엑스성분의 정미작용을 omission test로 실험한 결과 glycinebetaine 농도 300 mg/100 g 정도에서도 명백한 정미효과를 나타내지 못했다고 보고 하고 있어 연어의 맛에 glycinebetaine의 기여도는 낮을 것으로 생각된다.

TMAO 및 TMA

연어의 TMAO와 TMA 함량은 Table 3 및 Fig. 5와 같다. TMAO는 107~148 mg 범위로서 포란한것은 141 mg, 방란한것은 115 mg으로서 방란한것에서 약간 낮았다. 그러나 자웅별로는 암컷과 수컷에서 각각 107~143 mg과 125~148 mg으로서 큰 차이가 없었으며, 어획시기나 어획장소에 따라서도 서로 비슷한 수준이었다. 그리고 TMA는 모든 시료에서 11 mg 이하로서 미량에 불과하였다. Shirai et al.(1988)은 태평양산 연어(*O. keta*)의 암수에서 각각 101과 78 mg으로 보고하고 있어 본 연구결과 보다 약간 낮은 수준이었다. 해산어류에서 TMAO의 분포는 비교적 광범위하게 연구되어 있으며, 이와같은 원인은 약간 감미를 갖고 있어 수산식품의 관능적 품질 뿐만아니라 선도지표로서의 중요성, 그리고 가공적성과 저장수명에도 큰 영향을 미치기 때문이라 할 수 있다(Koizumi et al., 1967; Yamada, 1968; Hebard et al., 1982).

Creatine 및 creatinine

연어 엑스분의 creatine 및 creatinine 함량은 Table 3 및 Fig. 5와 같다. Creatine은 477~642 mg 범위였으며, creatinine은 8~12 mg 범위로서 미량이었다.

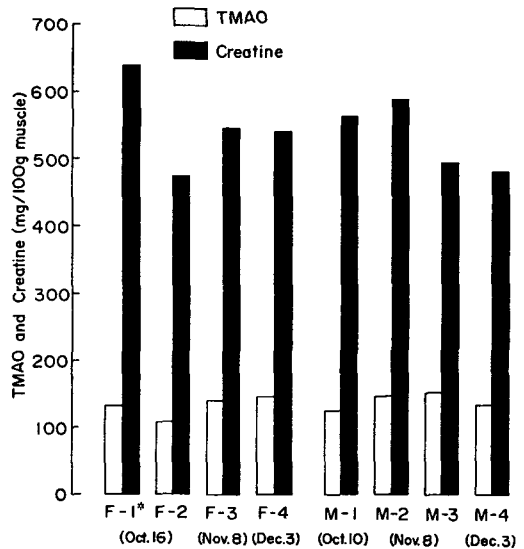


Fig. 5. TMAO and creatine in the muscle extracts of chum salmon samples.

* See Table 1.

Creatine 함량은 어획시기에 따라 약간 차이가 있어 10월 477~642 mg, 11월 497~529 mg, 그리고 12월은 481~539 mg으로서 어획시기가 가을에서 겨울로 옮겨짐에 따라 차차 감소되는 경향을 보였다. 자웅별로 보면 암컷은 477~642 mg으로서 수컷 481~592 mg 보다 약간 높았으며, 어획시에 따라서는 바다에서 어획된 것이 543~642 mg으로 강에서 어획된 것의 477~539 mg 보다 높게 나타났다. 또한 포란중인 시료는 642 mg으로서 방란후의 477 mg 보다 훨씬 높았다.

Shirai et al.(1984)은 태평양산 연어의 背肉에 대한 creatine 함량은 암수에서 각각 317과 496 mg으로, 그리고 creatinine은 1과 5 mg으로 보고하고 있어 본 연구에서의 결과 보다 낮은 수준이었다.

Konosu et al.(1974)은 어류 8종에 대한 creatine과 creatinine 함량을 측정한 결과 각각 306~718 mg과 9~23 mg으로서 본 연구에서의 creatine 함량 보다는 낮고 creatinine과는 큰 차이가 없었다.

본 연구의 연어 근육에서 다량의 creatine이 검출되었는데, creatine과 creatinine의 풍미에 미치는 역할에 대하여는 여러가지 설이 있다. 예를들면 Macy et al.(1970)은 creatine과 creatinine 합계중의 creatinine이

차지하는 양이 풍미와 관계가 있다고 하였으나, Hughes (1960)는 청어 가열육의 풍미 증가에 대하여 creatinine의 증가는 관계 없는것 같다고 보고하였다. 또한, Bendall (1946)은 creatine은 무미이며, creatinine은 쓴맛이 있다고 하였고, Lawless (1979)는 creatine 또는 creatinine은 taster-nontaster 효과가 없다고 보고 하였다. Snider and Baldwin (1981)은 전자렌지에서 조리한 쇠고기의 풍미증가와 creatinine과의 사이에는 현저한 상관관계가 있다고 발표한 바 있다. 따라서 연어의 성분분석 결과에 따라 합성 엑스분을 만들어 연어 근육에서 creatine과 creatinine의 정미상의 역할을 검토해볼 필요가 있다.

엑스분 중의 질소 분포

이상에서 언급한 결과를 요약하기 위하여 분석된 각 시료의 엑스성분을 근육 100g중의 mg 질소로 환산하여 Fig. 6에 나타내었다. 모든 시료에서 각 성분들에 대한 질소 분포는 거의 유사한 경향이였다.

여기에서 유리아미노산이 가장 중요한 합질소 엑스 성분으로서 엑스분질소의 41.5~50.1%(평균 45.1%)를 차지 하였다. 특히 유리아미노산 중에는 anserine이 가장 많이 존재하는 중요 성분으로서 엑스분질소의 31.9~44.8%, 그리고 총 유리아미노산 질소의 69.8~91.8%를 점하였다.

유리아미노산 질소를 어획시기 별로 보면 10월은 44.3~50.1% 였으나 11월과 12월 시료는 41.5~45.4%와 43.7~45.7%로서 어획시기가 늦어짐에 따라 그 비율이 감소되었다. 또한 암수별로는 각각 41.6~50.1%와 41.5~45.7%로서 암컷에서 약간 높았다. 그 다음으로 함량이 많은 성분으로는 creatine과 creatinine 질소로서 엑스분질소의 26.0~35.7%(평균 31.2%)였다. 암컷은 26.0~32.4%로서 수컷 29.8~35.7%보다 낮았으며, 바다에서 어획된 것은 31.0~35.7% 였으나 강에서 어획된 시료는 26.0~34.1%, 그리고 포란한것은 32.4% 였으나 방란한것은 26.6%로서 강에서 어획된 것과 방란한 것에서 각각 creatine과 creatinine 질소가 감소되었다.

Oligopeptide 질소가 차지하는 비율은 5.3~12.3%(평균 7.6%)였다.

핵산관련물질 질소는 3.2~8.8%(평균 6.3%)로서 10월과 11월에 각각 4.9~8.8과 6.9~8.2% 였으나 어

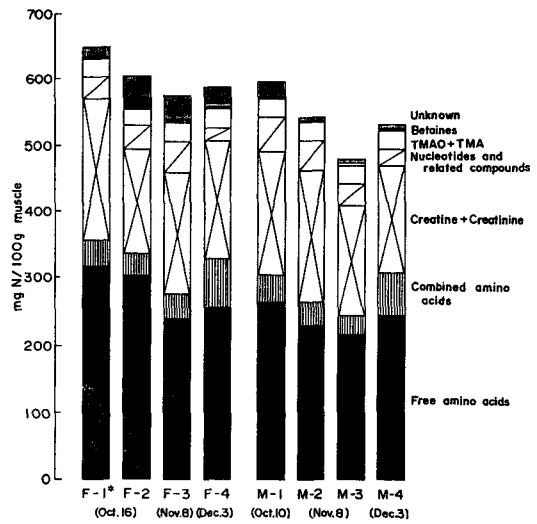


Fig. 6. Distribution of nitrogenous compounds in the muscle extracts of chum salmon samples. * See Table 1.

획시기가 12월로 늦어짐에 따라 3.2~4.3%로서 약 절반으로 감소되었다. 암수별로는 3.2~8.2%와 4.3~8.8%로서 수컷에서 약간 높았으며 바다에서 어획된 것은 4.9~8.2%로서 강에서 어획된 것의 3.2~6.9% 보다 높았다.

TMAO와 TMA 질소는 3.6~6.1%(평균 4.8%)였으며, betaine류 질소는 모든 시료에서 1% 이하로서 미량에 불과 하였다.

본 연구에서 특히 주목할만한 것은 각 시료에서 공통적으로 anserine과 creatine이 중요한 합질소 성분이라는 점이다. 엑스분질소에 대한 양 성분 질소의 비율은 시료에 따라 다르나 anserine이 31.9~44.8%, creatine이 25.4~34.9%로 단일성분으로서 각각 30% 이상을 점하여 이 두 성분만으로 엑스분질소의 60.9~76.5%에 달하였다.

Shirai et al.(1988)은 북태평양산 연어류 5종의 질 성분포에서 anserine과 creatine질소의 엑스분질소에 대한 비율이 59~76%라고 보고하여 본 연구와 유사한 수준이었다.

Cowey and Parry (1963)는 대서양산 연어의 parr과 smolt 근육의 질소분포를 조사하여 anserine을 포함한 유리아미노산 질소 및 creatine질소의 엑스분 질소에 대한 비율이 parr에서는 각각 45와 53%, smolt에서는

각각 32와 57%로 발표하고 있어 본 연구보다 유리아미노산은 낮고 creatine은 높은 수준이었다.

각 성분군 질소 합계의 엑스분질소에 대한 비율, 즉 질소의 회수율은 91.4~98.1%로서 모든 시료에서 90% 이상의 값을 나타내었으므로 이와같은 결과에 따라 이들 합질소엑스 성분 조성은 거의 빠짐없이 밝혀졌다고 생각된다.

요 약

한국 동해안에서 어획되는 연어 *Oncorhynchus keta*에 대한 식품학적인 연구로서 1991년 10~12월에 강원도 양양군 남대천에 올라오는 시료를 대상으로 등육의 일반성분, 엑스분 질소 및 합질소 엑스성분 즉, 유리아미노산, oligopeptide류, 핵산관련물질, guanidino 화합물, 4급암모늄염기 등을 분석하여 각 성분조성을 밝히고 이들 각 성분에 대한 질소분포를 살펴보았다.

엑스분 질소 함량은 478~648 mg 범위였고, 암컷은 평균 604 mg으로서 수컷 537 mg 보다 높았다. 유리아미노산 총량은 1,049~1,441 mg 범위였으며 10월에 어획된 것은 11월, 12월에 어획된것보다 그리고 암컷은 수컷보다 그 함량이 높았다. 함량이 많고 중요한 유리아미노산으로는 anserine, taurine, alanine, glycine, glutamic acid, lysine 등의 순이었으며, 특히 anserine 함량은 724~1,242 mg 범위로서 엑스분 질소의 평균 38%를, 그리고 유리아미노산 총량의 평균 84%를 차지하였다. 또한 anserine 함량은 어획시기에 따라 차이가 많아서 10월에서 11, 12월로 경과됨에 따라 현저히 감소되었다. Oligopeptide류는 anserine이 가수분해로 생성된 π -methylhistidine과 β -alanine이 대부분을 차지 하였으며, 그 다음으로는 hydroxyproline, glycine, glutamic acid, aspartic acid, alanine의 순이었으나 함량은 낮았다. 핵산관련물질 총량은 3.32~9.22 $\mu\text{mol/g}$ 범위였으며, inosine 5'-monophosphate(61.2%)와 inosine(29.9%)이 90% 이상을 차지하였다. Betaine류로서는 일부시료에서 glycinebetaine 23~43 mg, β -alaninebetaine 2~11 mg, 그리고 homarine이 1 mg 이하 검출되었다. TMAO는 107~148 mg 범위였고, TMA는 6~11 mg으로 미량이었다. Creatine 함량

은 477~642 mg으로서 엑스분질소의 평균 31%를 차지하였으나 creatinine은 8~11 mg으로서 낮았다. 엑스분중의 질소분포는 유리아미노산질소가 가장 높고(41.5~50.1), 다음이 creatine과 creatinine(26.0~35.7%), oligop-eptide류(5.3~12.3%), 핵산관련물질(3.2~8.8%), TMAO와 TMA(3.6~6.1%), betaine류(0.1~0.9%)의 순이었다. 연어 엑스분중의 질소분포 특징은 모든 시료에서 공통적으로 anserine과 creatine이 중요한 합질소 성분으로서 엑스분 질소에 대한 양 성분 질소의 비율은 anserine이 평균 38%, creatine이 평균 31%로서 이 두 성분만으로 엑스분질소의 60.9~76.5%에 달하였다. 분석된 성분에 의한 엑스분 질소의 회수율은 모든 시료에서 91.4~98.1% 범위였다.

참 고 문 헌

- Avena, R. M. and W.J. Bowen. 1969. Effects of carnosine and anserine on muscle adenosine triphosphatases. *J. Biol. Chem.*, 244, 1600~1604.
- Awapara, J. 1962. Free amino acids in invertebrates: a comparative study of their distribution and metabolism. In *Amino Acid Pool* (ed. by J. T. Holden), Elsevier, Amsterdam, pp. 158~175.
- Bendall, J. R. 1946. The effect of cooking on the creatine creatinine, phosphorus, nitrogen and pH values of raw lean beef. *J. Soc. Chem. Ind. London*, 65, 226~230.
- Brown, C. E. 1981. Interactions among camosine, anserine, ophidine and copper in biochemical adaptation. *J. Theor. Biol.*, 88, 245~256.
- Bullard, F. A. and J. Collins. 1980. An improved method to analyze trimethylamine in fish and the interference of ammonia and dimethylamine. *Fish. Bull.*, 78, 465~473.
- Bystedt, J., L. Swenne and H. W. Aas. 1959. Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. *J. Sci. Food Agric.*, 10, 301~304.
- Clark, M. E. 1985. The osmotic role of amino acids: discovery and function. In *Transport Process, Iono-and Osmoregulation*" (eds. by R. Gilles

- and M. Gilles-Baillien), Springer-Verlag, Berlin, pp. 412~423.
- Cowey, C. B. and G. Parry. 1963. The nonprotein nitrogenous constituents of the muscle of parr and smolt stages of the Atlantic salmon. *Comp. Biochem. Physiol.*, 8, 47~51.
- Davey, C. L. 1960. The significance of carnosine and anserine in striated skeletal muscle. *Arch. Biochem. Biophys.*, 89, 303~308.
- Gilles, R. 1979. Intercellular organic osmotic effectors. In *Mechanisms of Osmoregulation in Animals* (ed. by R. Gilles), Wiley, New York, pp. 111~153.
- Hanes C. S. 1929. An application of the method of Hagedorn Jensen to the determination of large quantities of reducing sugars. *Biochem. J.* 23, 99~106.
- Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu. 1981. Sensory analysis of taste-active components in the extract of boiled snow crab meat. *J. Food Sci.*, 46, 479~493.
- Hebard, C. E., G. F. Flick and R. E. Martin. 1982. In *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products* (ed. by R. E. Martin, G. J. Flick, C. E. Hebard and D. R. Ward), AVI, Connecticut, pp. 149~304.
- Hughes, R. B. 1960. Chemical studies on the herring (*Clupea harengus*). IV. Creatine in herring flesh and its behaviour during heat processing. *J. Sci. Food Agric.*, 11, 700~705.
- Kitada, Y., M. Sasaki, K. Tanigawa, Y. Naoi, T. Fukuda, Y. Katoh and I. Okamoto. 1983. Analysis of ATP-related compounds in fish by reversed-phase liquid chromatography and investigation of freshness of commercial fish. *J. Food Hyg. Soc. Jpn.*, 24, 225~229 (in Japanese).
- Koizumi, C., H. Kawakami and J. Nonaka. 1967. Studies on "green" Tuna-III. Relation between 'greening' and trimethylamine oxide concentration in albacore meat. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 33, 131~135.
- Konosu, S., K. Watanabe and T. Shimizu. 1974. Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts of eight species of fish. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 40, 909~915.
- Konosu, S. and S. Fuke. 1981. Identification of feeding stimulants for fish by omission test with synthetic extracts. In *Chemical Sense of Fish and Feeding Stimulants*. Suisankaku Series No. 37 (ed. by Nippon Suisan Gakkai), Koseishakoseikaku. pp.96~108 (in Japanese).
- Konosu, S., K. Yamaguchi, S. Fuke and T. Shirai. 1983. Amino acids and related compounds in the extracts of different parts of the muscle of chum salmon. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 49, 301~304.
- Kuninaka, A. 1960. Studies on ribonucleic acid derivatives. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi*, 34, 489~492 (in Japanese).
- Lawless, H. 1979. The taste of creatine and creatinine. *Chem. Senses Flavour*, 4, 249~258.
- Lim, J.-Y. 1991. A study on the production and the effect of sea ranching fry of anadromous chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum) in the Republic of Korea. *Symp. Kor. Fish. Soc.*, in Autumn 1991. pp.12~26 (in Korean).
- Lim, J.-Y. 1992. The production and the effect of sea ranching fry of anadromous chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum) in the Republic of Korea. *Kor. Fish. Soc., Fish. Sci. Ind.*, 2, pp. 69~70 (in Korean).
- Luckton, L. and H. S. Olcott. 1958. Content of free imidazole compounds in the muscle of aquatic animals. *Food Res.*, 23, 611~618.
- Macy, R. L., Jr., H. D. Naumann and M.E. Bailey. 1970. Water-soluble flavor and odor precursors of meat. Influence of heating on acid-extractable non-nucleotide chemical constituents of beef, lamb and pork. *J. Food Sci.*, 35, 83~87.
- Nakajima, N., K. Ichikawa, M. Kamada and E. Fujita. 1961. Food chemical studies on 5'-ribonucleotides. Part II. On the 5'-ribonucleotides in foods.

- (2) 5'-ribonucleotides. in fishes, shellfishes and meats., *Nippon Nogei Kagaku Kaishi*, 35, 803~808 (in Japanese).
- Niiyama, Y. 1961. Studies on the method of creatin determination and its practice. *J. Osaka City Med. C.*, 10, 565~573 (in Japanese).
- Park, C.-K., T. Matsui, K. Watanabe, K. Yamaguchi and S. Konosu. 1990. Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in ascidian *Halocynthia roretzi* tissues. *Nippon Suisan Gakkai-shi*, 56, 1319~1330.
- Seki, N. 1971. Nucleotides in aquatic animals and seaweeds., *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 37, 777~783 (in Japanese).
- Shewan, J. M. 1951. The chemistry and metabolism of the nitrogenous extractives in fish. *Biochem. Soc. Symp.*, 6, 28~48.
- Shirai, T., S. Fuke, K. Yamaguchi and S. Konosu. 1983. Studies on extractive components of salmonids-II. Comparison of amino acids and related compounds in the muscle extracts of four species of salmon. *Comp. Biochem. Physiol.*, 74B, 685~689.
- Shirai, T., S. Fuke, K. Yamaguchi and S. Konosu. 1984. Creatine and creatinine in the raw and heated muscles of salmon. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 50, 1229~1233.
- Shirai, T., S. Fuke, K. Yamaguchi and S. Konosu. 1988. Nucleotides, quaternary ammonium bases, and related compounds in the raw and heated muscles of salmon. *Nippon Suisan Gakkai-shi*, 54, 1199~1207.
- Simizu, W. 1949. Studies on the muscle of marine animals-VIII. Distribution of extractive nitrogen on various fishes. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 15, 35~40. (in Japanese).
- Snider, S. and R.E. Baldwin, 1981. Flavor intensity as related to the creatine and creatinine content of microwave and conventionally cooked beef. *J. Food Sci.*, 46, 1801~1804.
- Stein, W. H. and S. Moore. 1954. The free amino acids of human blood plasma. *J. Biol. Chem.*, 211, 915~926.
- Suyama, M., T. Suzuki, M. Maruyama and K. Saito. 1970. Determination of carnosine, anserine and balenine in the muscle of animal. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 36, 1048~1053.
- Suyama, M. and T. Shimizu. 1982. Buffering capacity and taste of carnosine and its methylated compounds. *Bull. Jpn. Soc. Sci., Fish.*, 48, 89~95 (in Japanese).
- Suzuki, S. 1963. Methods in the chemistry of acid-soluble nucleotides. *Seikagaku*, 35, 737~752 (in Japanese).
- Tamaki, N., H. Iizumi, N. Masumitu, A. Kubota and T. Hama. 1976. Species specificity on the contents of anserine and carnosine. *Yakugaku Zasshi*, 96, 1481~1486 (in Japanese).
- Vyncke, W. 1970. Influence of biological and environmental factors on nitrogenous extractives of the spurdog *Squalus acanthias*. *Mar. Biol.*, 6, 248~255.
- Watanabe, K., T. Shimizu and S. Konosu. 1974. Formation of glycine from purine derivatives in the fish muscle extracts during acid hydrolysis. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 40, 731.
- Yamada, K. 1968. Post-mortem breakdown of trimethylamine oxide in fishes and marine invertebrates. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 34, 541~551 (in Japanese).
- Yamaguchi, S., T. Yoshikawa, S. Ikeda and T. Nino-miya. 1968. The synergistic taste effect of monosodium glutamate and disodium 5'-guanylate. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi*, 42, 378~381 (in Japanese).
- Yatzidis, H. 1974. New method for direct determination of "true" creatinine. *Clin. Chem.*, 20, 1131~1134.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社. 서울. pp. 124~128.
- 日本食品工業學會. 1984. 食品分析法. 光琳. 東京. pp. 87~122.
- 日立理科學機器株. 1987. 835形 高速 aminoacid 分析

