

한국산 연어속 어류의 형태학적 연구-Ⅳ. 연어, *Oncorhynchus keta*, 산천어 *Oncorhynchus. masou*, 및 무지개송어 *Oncorhynchus. mykiss*의 형태 비교

명 정 구·김 용 역*

한국해양연구소·부산수산대학교 해양생물학과*

요 약

한국산 연어속에 속하는 연어, 산천어 및 무지개송어 3종의 형태학적 비교 연구를 하였다.

연어속 어류인 연어, 산천어, 무지개송어의 계측, 계수형질을 비교한 결과 체형에선 암컷이 두 장을 비롯한 13개, 수컷이 11개 형질에서 차이가 있었고, 계수 형질에선 유문수와 새파수에서 가장 뚜렷한 차이를 나타내었다. 이들 세 종은 암, 수컷 모두에서 표준체장에 대한 체고, 미병고, 등지느러미 길이, 뒷지느러미의 길이와 두장에 대한 주둥이 길이, 안경, 위턱, 뺨의 비에서 차이를 보였다. 이중 두장에 대한 안경은 암수 모두에서 산천어, 무지개송어, 연어 순으로 크게 나타나 3종을 분류할 수 있는 새로운 형질로 나타났다. 유문수 수는 연어가 103~236개(평균 151개)로 무지개송어 37~84개(평균 56개), 산천어 23~63개(평균 41개)로 종간에 좋은 분류 형질로 나타났다.

본 연구에 나타난 체형 및 계수 형질 분석 결과 산천어는 연어와 무지개송어의 중간 형질을 가지고 있는 종으로 나타나, Smith and Stealy(1989)의 계통수와 잘 일치하였다.

서 론

연어(*Oncorhynchus keta*)는 왕연어(*O. tshawytscha*), 곱사연어(*O. gorbusha*), 흥연어(*O. nerka*), 은연어(*O. kisutch*), 시마연어(*O. masou*)등과 함께 연어과(Salmonidae) 연어속(*Oncorhynchus* sp.)에 속하는 어류로 북태평양과 북극해에 서식한다(Dymond and Vladykov, 1934; 鄭, 1977). 우리나라의 연어류는 최초로 Mori(1934)에 의해 *Oncorhynchus* sp.의 *O. keta*, *O. masou*를 비롯하여 *Hucho* sp., *Salvelinus* sp. 등의 13종이 보고되었다. 현재 우리나라의 연어속(*Oncorhynchus* sp.) 어류는 시마연어(*O. masou* var *masou*), 연어(*O. keta*), 낙연어(*O. lagocephalus*), 곱사연어(*O. gorbusha*), 산천어(*O. masou* var *ishikawai*), 은연어(*O. kisutch*)와 무지개송어(*O. mykiss*)의 7종이 기재되어 있으나(鄭 1977), 현재 우리나라 하천에 서식하거나 하천으로 회귀하는 어종은 연어, 산천어, 무지개송어, 시마연어(산천어의 강해형(降海型))뿐이다. 산천어는 육봉형(*O. masou* var *ishikawai*, 산천어), 강해형(*O. masou* var *masou*)과 일본의 *O. rhodurus*(일본명; amago)사이에 분류학적인 검토가 현재 진행되고 있어, 본 연구에 사용된 산천어는

*O. masou*로 기재하였다.

연어의 개체군 특징에 대한 연구는 인상이나 형태학적인 연구(Kang, 1977; Beacham and Murray, 1983, 1985a, 1986a, b, 1987)이외에 효소 유전자의 지리적 특성과 유전적 특성 사이의 관계, 하천크기와 이형 집단율과의 관계(Kijima and Fujio, 1982, 1984), 분포, 회유와의 집단간 거리해석(Okazaki, 1986), genetic marks(Seeb *et al.*, 1986; Seeb and Seeb, 1986; Seeb *et al.*, 1990) 등이 있고 우리 나라와 소련, 동해안 일부를 제외한 태평양 연안의 연어 개체군의 효소 유전자 패턴에 관한 유전적 구조는 Okazaki(1982a, b, 1983)에 의하여 정리된 바 있다.

우리나라에 서식하는 연어속 어류에 대한 연구로는 연어의 치어 방류사업(金 등 1967; 金·朱, 1968; 水産廳, 美國經濟協助處, 1967, 1973; 鄭, 1972; 吳·朱, 1986), 초기 형태(명·김, 1993), 무지개송어의 양식에 관한 연구(金·趙, 1977, 1978; 金 등, 1986, 1988)가 있을 뿐 형태학적 연구는 조사된 바가 없다.

본 연구는 우리나라에서의 서식이 확인된 연어, 무지개송어 및 산천어의 계수형질과 계측 형질을 비교하여 이들 중의 우리나라 집단의 형태자료를 축적함과 동시에 분류학적 위치를 검토하고, 새로운 분류 형질을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

연어는 1990년 10~11월에 동해안 연어 소상 하천 중 대표적인 6개 하천(Fig. 1, Table 1)에서 채포한 195마리였다. 연어는 현지 하천에 설치된 유도망으로 채포하였으며 무지개송어와 산천어는 1989년 10월과 11월, 1990년 11월 수산진흥원 양양내수면 연구소에서 사육하던 성숙한 개체를 표본으로 사용하였다. 모든 표본은 성별 하천별로 구분하여 처리하였으며 외부형태의 계측 형질은 줄자와 1/20 vernier caliper를 사용하여 측정하였고(Fig. 2), 각 부위의 정의는 명과 김(1993)과 동일하였다.

각 형질에 대한 중간 분산분석(ANOVA)은 1%, 5% 수준에서 SAS의 GLM procedure를 사용하였으며, Duncan's multiple range test를 사용하여 각 값 차이 유무를 검토하였다.

계수 형질로는 각 지느러미의 줄기수, 유문수의 수, 측선비늘수, 새조골수, 새파수와 그리고 척추골수는 복추골(abdominal vertebrae, AVE)과 미추골(caudal vertebrae, CVE)로 나누어 계수하였다.

Table 1. Sampling localities of Figure 1

No.	Localities	Rivers
1	Kanson - up Kosong - gun Kang - won - do	Pukchon
2	Sonyang - myon Yangyang - gun Kang - won - do	Namaechon
3	Okkye - myon Myongju - gun Kang - won - do	Chusuchon
4	Sajik - dong Samchok - si Kang - won - do	Oshipchon
5	Kunnam - myon Ulchin - gun Kyongsangbuk - do	Wangpichon
6	Kangu - myon yongdok - gun Kyongsangbuk - do	Oshipchon

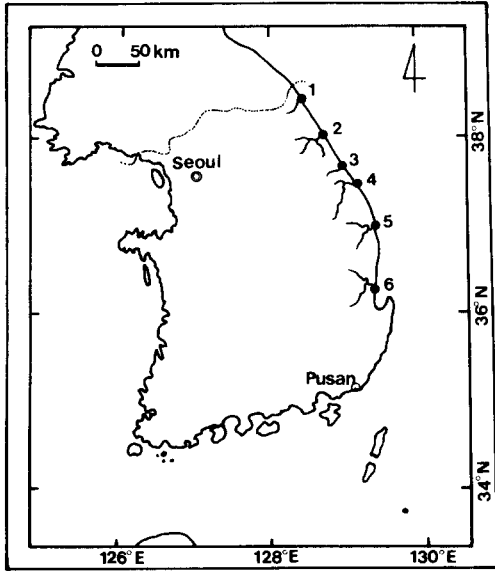


Fig. 1. Map showing the rivers where the specimens of *O.keta* were sampled. (Refer to Table 1 for the figures of the rivers).

결 과

1. 계측형질

성숙한 연어, 산천어, 무지개송어 3종의 형태를 비교하기 위하여 체장(FL)에 대한 두장(HL), 등지느러미 기점거리(OD), 기름지느러미 기점거리(OAD), 배지느러미 기점거리(OV), 체고(BD), 항문체장(PAL)의 백분비를 구하였다. 또 성숙한 연어 암컷과 수컷 사이에는 큰 형태적인 차이가 생기고 특히 주둥이 모양에서 차이가 크므로 암수 간의 오차를 최대한 줄이기 위하여 주둥이를 제외시킨 체장 즉, 눈 뒤에서 꼬리지느러미 기부까지의 표준체장(PBL)에 대한 체고(BD), 미병장(CPL), 미병고(CPD), 각 지느러미의 길이, 높이에 대한 백분율을 구하고, 두장(HL)에 대한 주둥이 길이(SnL), 안경(ED), 윗턱길이(UP), 뺨길이(CH)의 백분비를 구하여 Table 2에 나타내었다.

체장(FL)에 대한 각 부위의 백분비는 모두 1%수준에서(두장은 약 5%수준)차이가 인정되었다. 체장에 대한 두장은 무지개송어가 21.5%로 3종 중 가장 작았으며, 주둥이에서 등지느러미 기점까지 거리(OD)는 연어와 무지개송어가 각각 45.5%, 45.0%인데 비해 산천어는 43.3%로 가장 짧았다. 기름지느러미까지의 거리는 연어가 76.6%로 가장 크고 산천어(74.8%), 무지개송어(72.7%)순이었다. 배지느러미까지의 거리(OV)는 무지개송어가 47.7%로 가장 짧았고, 항문 체장은 연어가 67.8%로 세 종 중 가장 짧았다. 체고는 산천어가 23.5%로 무지개송어 22.9%와 연어 20.2%보다 높았다.

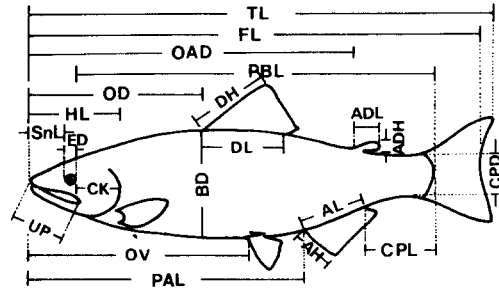


Fig. 2. Diagram showing the method of measuring body part of *Oncorhynchus* spp.

TL, total length; FL, fork length; HL, head length; ED, eye diameter; SnL, snout length; PAL, preanal length; OAD, length of origin of adipose fin; PBL, length from postorbital to origin of caudal fin; OD, length of origin of dorsal fin; DL, length of base of dorsal fin; DH, height of dorsal fin; ADL, adipose fin length; ADH, adipose fin height; CK, post orbital part of head; BD, body depth; UP, length of upper jaw; OV, length of origin of ventral fin; AL, length of base of anal fin; AH, anal fin height; CPL, caudal peduncle length; CPD, caudal peduncle depth.

Table 2. Comparison of the morphometric characters of *Oncorhynchus* spp. in Korea

	<i>O. keta</i>	<i>O. masou</i>	<i>O. mykiss</i>	F	P
NO. of ind.	145	42	9		
Fork length (cm)	61.8±6.0 (44.3 - 74.9)	23.6±3.3 (16.4 - 29.5)	41.1±5.2 (33.1 - 49.1)		
% to FL					
HL	22.1±1.9	22.8±1.5	21.5±1.2	3.93	P<0.05
OD	45.5±3.9	43.3±2.3	45.0±1.9	5.77	P<0.01
OAD	76.6±3.1	74.8±3.4	72.9±1.6	11.38	P<0.01
OV	51.1±2.6	50.7±2.8	47.7±1.2	7.08	P<0.01
BD	20.2±1.8	23.5±2.5	22.9±1.7	49.93	P<0.01
PAL	67.8±2.6	70.3±4.0	69.5±2.4	12.38	P<0.01
% to PBL					
BD	24.2±2.5	28.9±5.6	26.6±2.2	31.43	P<0.01
CPL	18.9±1.6	18.9±3.6	18.6±1.6	0.07	P>0.05
CPD	7.9±0.82	10.8±3.2	11.9±0.7	71.24	P<0.01
DH	16.4±1.8	16.4±3.7	—————	0.00	P>0.05
DL	11.5±1.3	15.7±3.0	13.5±0.9	88.54	P<0.01
ADL	2.1±0.7	2.3±0.7	—————	3.00	P>0.05
ADH	3.9±1.6	4.3±1.4	—————	1.49	P>0.05
AL	13.2±1.2	14.4±2.5	—————	16.14	P<0.01
AH	11.6±1.2	14.6±2.6	—————	112.26	P<0.01
% to HL					
SnL	35.5±4.0	26.7±2.7	27.7±2.1	101.94	P<0.01
ED	10.6±1.4	17.0±2.4	14.8±0.9	267.33	P<0.01
UJ	58.3±5.9	62.0±5.7	57.4±6.4	6.91	P<0.01
CK	52.5±3.7	54.4±3.6	57.8±2.7	12.10	P<0.01
AL/AH	114.7±13.8	99.2±15.0	—————	39.40	P<0.01
DL/DH	70.8±9.7	96.8±10.5	—————	226.09	P<0.01
ADL/ADH	59.0±25.1	57.1±15.1	—————	0.21	P>0.05

표준체장(PBL)에 대한 체고(BD), 미병고(CPD), 등지느러미 길이(DL)는 세 종간 차이가 인정되었으나, 미병장(CPL)은 세 종간의 차이가 없었다(F145=0.07, p>0.05). 표준체장(PHL)에 대한 체고의 비는 역시 산천어가 28.9%로 가장 높았으며 연어가 24.2%로 가장 낮았다. 미병장(CPL)은 세 종간의 차이가 없었으나, 미병고(CPD)는 무지개송어가 11.9%, 산천어가 10.8%였고 연어가 7.9%로 가장 낮았다(F196=71.24, p<0.01).

등지느러미의 높이는 무지개송어의 경우, 표본의 변형으로 자료 이용이 어려웠고, 산천어와 연어 사이에는 차이가 없었다. 반면, 등지느러미의 길이는 세 종간의 차이가 인정되었고(F196=88.54, p<0.01), 산천어가 15.7%로 가장 길었으며, 무지개송어 13.5%, 연어 11.5%순이었다. 기름지느러미의 길이와 높이에서는 연어와 산천어 사이에 차이가 없었다. 표준 체장에 대한 뒷지느러미의 길이

Table 3. Comparison of the morphometric characters of female of *Oncorhynchus* spp. in Korea

	<i>O. keta</i>	<i>O. masou</i>	<i>O. mykiss</i>	F	P
NO. of ind.	77	27	5		
Fork length (cm)	63±4.9 (51.0-73.2)	24.1±3.0 (16.7-29.5)	41.7±3.3 (37.0-45.2)		
% to FL					
HL	21.7±1.0	22.3±1.4	21.4±0.9	2.65	P>0.05
OD	44.0±3.7	43.3±2.6	45.7±1.5	3.32	P<0.05
OAD	77.0±3.6	75.2±4.0	72.9±1.7	5.06	P<0.01
OV	50.5±1.9	51.1±3.1	47.5±1.5	5.08	P<0.01
BD	19.5±1.8	24.0±2.5	23.0±1.7	54.90	P<0.01
PAL	67.6±2.9	71.5±4.2	70.2±2.4	14.63	P<0.01
% to PBL					
BD	22.9±2.4	29.9±6.6	26.8±2.3	33.67	P<0.01
CPL	18.7±1.8	18.8±4.5	17.8±1.0	0.27	P>0.05
CPD	7.7±0.9	10.5±2.1	11.8±0.5	66.06	P<0.01
DH	15.6±1.6	16.5±4.5	—	1.93	P>0.05
DL	11.1±1.2	16.1±3.6	13.4±0.8	61.76	P<0.01
ADL	1.8±0.6	2.4±0.7	—	17.60	P<0.01
ADH	2.3±1.8	4.2±1.3	—	5.71	P<0.05
AL	13.2±1.2	14.9±2.7	—	17.06	P<0.01
AH	11.8±1.4	15.2±3.0	—	64.36	P<0.01
% to HL					
SnL	32.8±2.9	26.3±2.4	27.8±2.8	57.19	P<0.01
ED	11.0±1.2	16.8±2.1	14.9±1.0	156.99	P<0.01
UJ	56.5±5.5	61.3±5.0	57.9±8.4	7.75	P<0.01
CK	54.6±2.2	55.2±3.4	58.3±2.3	4.96	P<0.01
AL/AH	114.4±13.1	100.0±16.0	—	20.83	P<0.01
DL/DH	71.5±10.0	99.6±10.8	—	150.21	P<0.01
ADL/ADH	62.7±29.1	58.2±14.6	—	0.57	P>0.05

(AL)와 높이(AH)에서는 산천어가 14.4%, 14.6%로 연어의 13.2%, 11.6%에 비해 모두 큰값을 나타내었다.

두장(HL)에 대한 주둥이, 안경, 윗턱, 뺨길이는 세 종간 모두 1% 수준에서 차이가 인정되었다. 두장에 대한 주둥이의 길이는 연어(35.5%)가 산천어(26.7%)와 무지개송어(27.7%)보다 길었고, 눈지름은 연어가 10.6%로 3종중 가장 작았다.

윗턱 길이는 산천어가 62.9%로 가장 길었다. 눈 뒤에서 아가미뚜껑 뒤까지의 뺨은 연어가 52.5%로 가장 짧고 무지개송어가 57.8%로 가장 길었다. 뒷지느러미 높이(AH)에 대한 길이(AL)의 비는 연어가 88.4%로 산천어의 102.9%보다 작았다. 즉 연어의 경우, 뒷지느러미의 길이는 높이보다 짧았으며, 산천어는 뒷지느러미의 길이가 높이보다 길었다. 등지느러미의 길이(DL)와 높이(DH)의 비 역시 연어가 70.8%로 산천어 96.8%보다 작았다. 산천어와 연어의 기름지느러미 형태는 차이가

Table 4. Comparison of the morphometric characters of male of *Oncorhynchus* sp. in Korea

	<i>O. keta</i>	<i>O. masou</i>	<i>O. mykiss</i>	F	P
NO. of ind.	68	15	4		
Fork length (cm)	60.3±6.8 (44.3-74.9)	22.5±3.7 (16.4-27.7)	40.3±7.5 (33.1-49.1)		
% to FL					
HL	24.7±1.4	23.7±1.2	21.6±1.6	12.17	P<0.01
OD	46.0±4.2	43.6±1.5	44.0±2.2	2.58	P>0.05
OAD	76.2±2.3	74.1±1.8	72.5±1.5	9.68	P<0.01
OV	51.9±3.1	50.2±2.2	48.0±0.5	4.81	P<0.01
BD	21.0±1.5	22.6±2.3	22.7±1.9	7.30	P<0.01
PAL	68.0±2.2	68.3±2.9	68.7±2.6	0.21	P>0.05
% to PBL					
BD	25.7±1.9	27.1±2.5	26.4±2.5	3.20	P<0.05
CPL	19.0±1.3	19.0±1.4	19.5±1.9	0.27	P>0.05
CPD	8.1±0.7	11.4±4.5	12.1±1.0	22.77	P<0.01
DH	17.3±1.5	16.3±1.6	—————	5.42	P<0.05
DL	12.0±1.3	14.9±1.2	13.7±1.1	32.96	P<0.01
ADL	2.5±0.7	2.3±0.7	—————	0.97	P>0.05
ADH	4.7±1.0	4.5±1.4	—————	1.64	P>0.05
AL	13.1±1.2	13.3±1.3	—————	0.27	P>0.05
AH	11.5±1.0	13.7±1.3	—————	51.93	P<0.01
% to HL					
SnL	38.6±2.7	27.4±3.0	27.6±1.0	129.40	P<0.01
ED	10.1±1.3	17.3±2.9	14.7±0.9	132.42	P<0.01
UJ	60.4±5.5	63.3±6.8	56.8±3.5	2.54	P>0.05
CK	50.1±3.6	53.1±3.6	57.2±3.1	10.39	P<0.01
AL/AH	115.0±14.6	97.8±12.1	—————	18.12	P<0.01
DL/DH	70.0±9.2	91.7±7.9	—————	71.11	P<0.01
ADL/ADH	54.8±18.9	55.0±17.8	—————	0.00	P<0.05

인정되지 않았다.

성별 형태차이를 고려하여 3종 간의 성별 계측 형질 비교는 Table 3, 4에, Duncan의 다중 비교 결과는 Table 5에 나타내었다.

3종간 총 22개 형질 비교 결과, 자료가 빠진 무지개송어를 제외한 총 14개 형질중 암컷이 11개, 수컷이 10개 형질에서 차이가 인정되었다. 암컷은 체장에 대한 두장은 3종간 차이가 없었으며(F109=2.65, p>0.05), 등지느러미 기점의 거리(OD)는 무지개송어가 45.7%로 가장 길었고, 연어 44.0%, 산천어 43.1%순이었으며, 기름지느러미 기점거리(OAD)는 연어가 77.0%로 가장 길었으며 산천어 75.2%, 무지개송어 72.9%순이었다.

배지느러미 기점거리(OV)는 무지개송어가 47.5%로 작아 연어(50.5%), 산천어(51.1%)와 구별되었고, 체고(BD)는 연어가 19.5%로 무지개송어, 산천어보다 작았다. 항문체장(PAL)은 산천어가

Table 5. Results of Duncan's multiple range test in female and male of *Oncorhynchus* spp. C, *Oncorhynchus keta*; M, *O. masou*; R, *O. mykiss*

	Female									Male								
	C/ M/R*	CM/ R	C/ MR	CR/ M	CR/ MR	CM/ MR	CM/ CR	CMR		C/ M/R	CM/ R	C/ MR	CR/ M	CR/ MR	CM/ MR	CM/ CR	CMR	
% to FL																		
HL								○			○							
OD								○										○
OAD						○									○			
OV		○													○			
BD			○									○						
PAL					○													○
% to PHL																		
BD			○															○
CPL								○										○
CPD	○											○						
DH								(C/M)	(C/M)	(C/M)								
DL	○								○	○								
ABL	(C/M)																	(C/M)
ABH	(C/M)																	(C/M)
AL	(C/M)																	(C/M)
AH	(C/M)								(C/M)	(C/M)								
% to HL																		
SnL			○									○						
ED	○									○								
UJ					○												○	
CK		○									○							
AL/AH	(C/M)																	
DL/DH	(C/M)																	
ADL/ADH								(C/M)										(C/M)
	3	2	4	0	2	1	0	3		2	2	3	0	0	2	1	5	

* C/M/R means that three species separated each other by Duncan grouping.

71.5%로 가장 값이 컸다.

암컷의 표준체장(PBL)에 대한 각 부위의 비에 있어서는 체고(F109=33.67, $p < 0.01$)와 미병고(F109=66.06, $p < 0.01$), 등지느러미 길이(F109=61.76, $p < 0.01$)가 3종 간 차이가 유의하였다. 체고는 연어가 22.9%로 가장 낮았고, 무지개송어(26.8%), 산천어(29.9%)가 높았고, 미병고는 무지개송어(11.8%), 산천어(10.5%), 연어(7.7%)순이었다. 등지느러미 길이는 산천어가 16.1%로 가장 길었고 무지개송어 13.4%, 연어 11.1%순이었다. 반면 미병장은 3종간에 차이가 없었다(F109=0.27, $p > 0.05$). 뒷지느러미 길이와 높이는 산천어가 연어보다 큰값으로 나타났다. 암컷의 두장(HL)에 대한 주둥이, 안경, 윗턱의 길이, 뺨은 모두 세 종간 차이가 1%수준에서 인정되었으며, 주둥이는 연어가 32.8%로 무지개송어 27.8%, 산천어 26.8%보다 길었다. 안경은 산천어가 16.8%로 가

장 길었으며, 무지개송어(14.9%), 연어(11.0%)순이었다. 뺨은 무지개송어가 58.3%로 가장 길었다. 등지느러미의 높이에 대한 길이의 비는 산천어가 99.6%로 연어(71.5%, 88.6%)보다 높은 값을 나타내었고, 뒷지느러미의 높이에 대한 길이의 비는 연어가 114.4%로 산천어(100.0%)보다 컸다.

수컷의 체장에 대한 몸 각 부위의 비값은 암컷이 두장 이외의 몸 부위에 있어 3 종간 차이가 유의했던 것과는 달리 등지느러미 기점거리, 항문체장의 값에 차이가 없었다. 반면, 두장은 3종 간 차이가 인정되었다($F_{87}=12.71$, $p<0.01$). 체장에 대한 두장은 연어, 산천어가 24.7%, 23.7%로 컸으며, 무지개송어의 21.6%보다 컸다. 기름지느러미 기점거리와 배지느러미 기점거리는 연어가 76.2%, 51.9%로 가장 컸으나 3종 간에 큰 차이는 없었다.

수컷의 표준체장에 대한 체고와 미병고는 암컷과 마찬가지로 3 종간에 차이가 유의하였으며, 미병고는 3 종간 차이가 없었다. 체고의 경우 F값에 의한 3종 간 차이는 5%수준에서 유의하였으나 큰 차이는 인정되지 않았다. 미병고도 암컷과 마찬가지로 무지개송어, 산천어가 각각 12.1%, 11.4%로 연어의 8.1%보다 높았다. 표준 체장에 대한 등지느러미 길이는 암컷과 마찬가지로 산천어가 14.9%로 가장 길었으며, 무지개송어(13.7%), 연어(12.0%)순이었다. 연어, 산천어의 뒷지느러미 길이는 차이가 없었으며, 뒷지느러미의 높이는 암컷과 마찬가지로 산천어가 13.7%로 연어 11.5%보다 높았다.

두장에 대한 주둥이, 안경, 뺨의 길이는 암컷과 마찬가지로 3 종간의 차이가 인정되었으나, 윗턱 길이는 3 종간의 차이가 없었다($F_{87}=2.54$, $p>0.05$). 수컷의 두장에 대한 주둥이의 길이는 연어가 38.6%로 무지개송어와 산천어의 27.6%, 27.4%보다 약 11%정도가 길게 나타났다.

안경은 산천어가 17.5%로 가장 컸고, 연어가 10.5%로 가장 작았다. 뺨은 암컷에서와 마찬가지로 무지개송어가 57.2%로 가장 컸다. 등지느러미의 높이에 대한 길이의 비는 암컷과 마찬가지로 산천어가 91.7%로 연어(70.0%)보다 컸으며, 뒷지느러미의 높이에 대한 길이의 비는 연어가 115.0%로 산천어(97.8%)보다 컸다.

이상에 본 바와 같이 3종 간 차이가 인정된 암컷 11개, 수컷 10개 형질 중 Duncan grouping결과 3종 간에 각각 차이가 인정되거나 연어와 산천어, 무지개송어와 산천어가 유사한 결과는 있었으나 연어와 무지개송어가 유사하고 산천어와 구별되는 형질은 없었다(Table 5).

2. 계수형질

종간 계수형질 비교를 위하여 각 지느러미 줄기 수, 새파 수, 새조골 수, 옆줄비늘 수, 유문수의 수 및 척추골 수를 조사하였다. 종별 각 지느러미 줄기 수는 Table 6~10에 나타내었다. 등지느러미 줄기 수는 연어가 10~16개, 산천어가 12~15개 범위이고 두 종은 14개에서 각각 46.3%, 42.8%의 빈도로 가장 높게 나타났으며, 무지개송어는 10~14개 범위였다(Table 6).

뒷지느러미 줄기 수는 연어가 13~18개 범위 중 15, 16개가 73.5%를 차지하여, 11, 14개가 58.8%인 산천어나 13개가 62.5%인 무지개송어보다 많았다(Table 7). 가슴지느러미 줄기 수는 연어가 13~17개, 산천어가 10~16개, 무지개송어가 11~16개 범위였으며 최다 빈도를 나타낸 수는 연어가 15개(64.0%), 산천어와 무지개송어가 14개(32.4%, 50%)로 약간의 차이를 나타내었다(Table 8). 배지느러미 줄기 수는 연어가 10~12개중 10개가 48.1%, 11개가 51.1%로 10, 11개였으며, 산천어는 8~11개 범위 중 10개가 82.9%로 10개에 집중되어 있는 차이를 보였다. 무지개송어도 10~11개였다(Table 9).

꼬리지느러미는 하미축골에 의해 지지되는 주기조만을 헤아려 본 결과, 연어는 19개인지 20개인지

불분명한 개체도 있었으나 모두 19개로 취급할 수 있었으며, 산천어나 무지개송어는 16~23개, 15~20개 범위로 나타나지만 대부분 19개로 연어와 유사하였다(Table 10).

새파 수는 연어가 13~27개 범위로 변이가 컸으며 이 중 87.5%가 21~25개 범위에 속하였다. 반면, 산천어는 14~18개(16, 17개가 81.0%), 무지개송어는 17~21개(19~20개가 66.7%)로 연어보다 적은 새파 수로 나타났다(Table 11).

새조골 수는 연어가 11~16개, 산천어가 10~14개, 무지개송어가 10~12개 범위였고, 14개가 56.5%인 연어가 가장 많은 수의 새조골 수를 나타내고 있었다(Table 12).

옆줄비늘 수는 연어가 115~156개(평균 135개), 산천어가 105~138개(평균 121개), 무지개송어가 120~129개(평균 124개)범위로 각 종마다 그 범위가 넓어 중복되는 경우가 많지만 연어의 옆줄비늘 수는 69.2%가 131~140개 사이에 집중해 있어 무지개송어나 산천어보다 많았다(Table 13).

유문수는 위와 창자 사이에 위치하는 가는 튜브형 소화기관으로 갯수가 어종별로 큰 차이가 나므로 중요한 분류형질로 취급되어 왔다. 연어의 유문수는 103~236개 범위로 종 내에서도 큰 변이폭을 나타내었으며 150개 전후를 가진 개체가 가장 많았다. 반면, 산천어는 23~63개 범위중 31~40개로 59.5%가 집중되어 있고, 무지개송어는 37~84개 범위중 51~60개 범위에 44.4%가 집중되어 있어 연어보다 훨씬 적은 수의 유문수를 가지고 있었다(Table 14).

척추골 수는 연어가 63~73개, 산천어가 54~68개, 무지개송어가 59~63개로 연어가 가장 많은 척추골 수를 가진 것으로 나타났는데, 이를 복추골과 미추골로 나누어 비교해 본 결과는 Table 15~16에 나타내었다

복추골 수는 연어가 37~44개 중 38~41개에 88.9%가 집중되어 있어, 산천어의 29~40개, 무지개송어의 36~40개에 비하여 많았다. 미추골은 무지개송어의 경우, 21~23개로 적어서 연어와 산천어와 전혀 그 수가 중복되지 않는 특징을 나타내고 있다. 연어는 24~31개, 산천어는 24~30개이며 연어는 27개가 50.7%로 가장 많았고, 산천어는 24, 25개가 71.4%로 연어에 비해서는 적은 경향을 나타내었다.

Table 6. Variation of number of dorsal fin rays of *Oncorhynchus* spp.

	10	11	12	13	14	15	16	n
<i>O. keta</i>	1	1	10	36	63	23	2	136
<i>O. masou</i>			3	7	15	10		35
<i>O. mykiss</i>	1	2		4	1			9

Table 7. Variation of number of anal fin rays of *Oncorhynchus* spp.

	11	12	13	14	15	16	17	18	n
<i>O. keta</i>			1	19	49	48	11	4	132
<i>O. masou</i>	1	6	10	10	6	1			34
<i>O. mykiss</i>			5	2	1				8

Table 9. Variation of number of caudal fin rays of *Oncorhynchus* spp.

	8	9	10	11	12	n
<i>O. keta</i>			64	68	1	133
<i>O. masou</i>	3		29	3		35
<i>O. mykiss</i>			5	3		8

Table 8. Variation of number of pectoral fin rays of *Oncorhynchus* spp.

	10	11	12	13	14	15	16	17	n
<i>O. keta</i>				2	21	87	24	2	136
<i>O. masou</i>	3	1	2	8	11	8	1		34
<i>O. mykiss</i>		1			4	2	1		8

Table 10. Variation of number of pelvic fin rays on *Oncorhynchus* spp.

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	n
<i>O. keta</i>					136					136
<i>O. masou</i>		1			28	2	1	1	2	35
<i>O. mykiss</i>	1			1	5	1				8

Table 11. Variation of number of gill rakers of *Oncorhynchus* spp.

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	n
<i>O. keta</i>	1		2	1	1	1	3	3	16	21	33	29	13	2	2	128
<i>O. masou</i>		1	1	10	24	5	1									42
<i>O. mykiss</i>					1	1	3	3	1							9

Table 12. Variation of number of branchiostegal rays of *Oncorhynchus* spp.

	10	11	12	13	14	15	16	n
<i>O. keta</i>		3	8	16	70	26	1	124
<i>O. masou</i>	1	5	11	7	10			35
<i>O. mykiss</i>	1	5	2					8

Table 13. Variation of number of lateral line scales of *Oncorhynchus* spp.

	101-110	111-120	121-130	131-140	141-150	151-160	n
<i>O. keta</i>		3	20	99	20	1	143
<i>O. masou</i>	7	9	21	5			42
<i>O. mykiss</i>		1	8				9

Table 14. Variation of number of pyloric caeca of *Oncorhynchus* spp.

	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	121-130	131-140	141-150	151-160	161-170	171-180	181-190	191-200	201-210	211-220	221-230	n	
<i>O. keta</i>		25						2	10	23	15	23	14	19	16	5	8				1	135	
<i>O. masou</i>	2	1	11	3	1																		42
<i>O. mykiss</i>			1	4	2	1																	9

Table 15. Variation of number of abdominal vertebrae of *Oncorhynchus* spp.

	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	n
<i>O. keta</i>								1	5	35	60	25	7	1	1	135	
<i>O. masou</i>	1	1	2		1	2	11	9	4	3	1					35	
<i>O. mykiss</i>							1	2	2	2	1					8	

Table 16. Variation of number of caudal vertebrae of *Oncorhynchus* spp.

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	n
<i>O. keta</i>				1	16	31	69	14	2	1	2	136
<i>O. masou</i>				11	13	5	1	2	1	2		35
<i>O. mykiss</i>	1	1	6									8

고 찰

대서양 연어 송어류가 Linnaeus(1758)에 의하여 *Salmo*란 속명이 최초로 붙여진 후, 북태평양의 연어 송어류는 Walbaum(1792)에 의하여 *keta*(연어), *nerka*(홍연어), *mykiss*(무지개송어) 등의 이름이 붙여진 이래 새로운 채집과 조사 때마다 여러 가지의 이름이 붙여져 왔는데 1862년 Suckley에 의하여 수컷의 형태적 특징을 상징한 *Oncorhynchus*란 속명을 갖게 되며(Smith and Stearley, 1989), Günther(1866), Jordan and Gilbert(1883), Regan(1914), Jordan *et al.*

(1930), Dymond and Vladykov(1934), Tchernavin(1918, 1937)등에 의하여 *Salmo* sp., *Oncorhynchus* sp.의 속과 종 개념이 수정 보완되면서 점차 속명이 정립되어 왔다.

1960년대 이후 수리분류학, 골격학, 유전, 생화학의 방법에 의한 분류체계에 대하여 검토 연구가 계속되어(Rounsefell, 1962; Vladykov, 1963; Hennig 1966; Savvaitova, 1975; Vasil'yev, 1975; Dorofeyeva *et al.*, 1980; Cavender and Miller, 1982; Berg and Ferris, 1984; Kendall and Behnke, 1984), 그 결과들을 토대로 1988년 미국 수산학회의 어명위원회(American Fisheries Society's Committee on Names of Fishes)에서 대서양 연어 송어류를 *Salmo* sp., 태평양 연어 송어류를 *Oncorhynchus* sp.로 확정하면서 분류 체계를 수정하였다(Kendal, 1988; Smith and Stearly, 1989).

우리나라의 연어속 어류에 대하여는 鄭(1977)이 연어, 산천어, 홍연어, 곱사연어등 7종을 기재하였으나, 이 중 곱사연어와 은연어는 최근 우리나라에 이식 방류사업을 하고 있으나 아직 회귀한 사실이 밝혀지지 않고 있고, 현재 본 조사에서 확인된 종은 연어, 산천어(시마연어)와 무지개송어의 3종이었다. 이 중 시마연어는 산천어의 강해형으로 강원도 양양 남대천으로 소상하는 사실이 확인되고는 있으나 그 양이 극히 적어 표본 채집이 어려웠고, 남대천 하구 부근 해안의 정치망에서 포획되는 시마연어(방언: 참송어)는 미성숙 상태였기 때문에 본 연구에서는 제외하였다.

연어를 비롯한 무지개송어, 산천어는 입천정 앞부분에 위치하는 서골 위에 이빨이 있다는 점과 큰 알(평균 지름 7.2mm)을 가진다는 점은 연어과(Salmonidae)에 속하는 *Salvelinus* sp., *Hucho* sp.와 구별할 수 있는 분류 형질로 알려져 있다(Smith and Stearly, 1989).

1988년 이전 *Oncorhynchus* sp.와 *Salmo* sp.를 구분하는 가장 큰 형태적 특징은 뒷지느러미의 형태였다(Günther, 1866; Jordan and Snyder, 1902). 1989년부터 무지개송어가 연어속 어류에 포함됨에 따라 연어속 어류의 검색은 우선 뒷지느러미 기저 길이와 높이의 비에 따라 무지개송어와 기존 연어무리를 분리하였다. 그의 유문수 수, 각 지느러미 위의 흑색 반점의 유무, 새파 수, parr무늬의 유무 등에 의하여 우리나라의 연어속 어류의 종 검색표의 작성이 가능하였다.

연어속 어류의 검색표

- a1. 뒷지느러미 기저 길이가 높이보다 길고, 줄기수는 13 또는 그 이상의 발달된 줄기를 가진다(무지개송어 제외). 새파 수는 13~27, 새조골 수는 10~16, 서골은 앞부분에 폭이 좁은 돌기를 가지며 뒤 골판에 이빨을 가지고 있다. *Oncorhynchus* sp.
- b1. 뒷지느러미 기저 길이가 높이보다 길다. 새파는 비교적 짧고 13~27개, 몸의 등쪽의 흑점은 해산종에서는 거의 없거나 분명하지 않다. 새조골 수는 10~18. 새파 수는 13~27.
- c1. 유문수 수는 50내외, 새파 수는 14~25.
 - d1. parr무늬를 일생동안 가진다. 유문수 수는 23~63, 새파 수는 14~18 *O. masou*(산천어)
 - d2. parr무늬가 소실되고 등지느러미에 큰 흑색점이 있다.
..... *O. masou*(시마연어; 산천어의 강해형)
 - d3. 등쪽, 기름지느러미 및 꼬리지느러미 위에 비교적 큰 흑색 반점이 있다. 새파 수는 26~32, 유문수는 139~189. *O. gorbusha*(곱사연어*)
- c2. 유문수 수는 103~236. 새파 수는 15~27. 옆줄 비늘 수는 115~156. *O. keta*(연어)
- c3. 유문수 수는 50~81. 새파 수는 19~25, 새조골 수는 12~25. 뒷지느러미 줄기는 13~15.

- 등지느러미 줄기는 10.....*O. kisutch*(은연어*)
 b2. 뒷지느러미의 기저 길이가 높이보다 짧고, 지느러미 줄기 수는 8~13이다. 체측에 윤곽이 뚜렷한 흑색반점이 있으며, 꼬리에도 다수 있다. 체측에 폭이 넓은 적자색 세로 무늬가 있다.
*O. mykiss*(무지개송어)
 a2. 뒷지느러미 기저 길이가 높이보다 짧고 줄기 수는 12개이하이다. 새파 수는 10~15, 새조골 수는 10~14.*Salmo* sp.(대서양산 연어, 송어류)
 (* ; 현재 우리나라의 자연에 서식하지 않는 종)

연어를 비롯한 연어속 어류는 어릴 때에는 암수의 형태적 차이가 없으나(Beacham and Murray, 1986b), 성숙함에 따라 두부, 이빨의 형태, 체고, 기름지느러미 등 외부형태나 골격에서 암수 사이에 형태적 차이가 있음이 이미 밝혀져 있다(Hikita, 1962; Vladykov, 1962; Beacham and Murray, 1983, 1986b).

우리나라에 서식하고 있는 연어속 어류 3종의 계측 형질 비교 결과 암컷 13개 형질, 수컷 11개 형질에서 종간 차이가 인정되었으며, 이 중 체장에 대한 기름지느러미 기점거리, 배지느러미 기점거리, 표준 체장에 대한 체고, 미병고, 등지느러미 길이, 뒷지느러미 높이와 두장에 대한 주둥이 길이, 안경, 뺨의 길이는 암수 모두에서 종간 차이가 인정되어 성에 관계없이 연어, 산천어, 무지개송어를 구별하는 좋은 분류 형질로 나타났다.

Günther (1866) 이후 연어속과 송어속은 뒷지느러미의 형태에 의해 분리되며, 뒷지느러미의 줄기 수 역시 중요 형질로 취급되고 있다. 본 연구 결과 3종 간의 지느러미 줄기 수의 범위는 중복되기도 하지만 연어의 뒷지느러미 줄기 수는 15~16개에서 가장 높은 빈도를 나타내어(73.5%), 산천어의 13~14개, 무지개송어의 13개보다 줄기 수가 많아 다른 2종과는 차이가 인정되었다. 그 외의 계수형질 중 새조골 수, 새파 수, 측선 비늘 수에서도 3종 간 차이가 있으나, 종 내 변이가 커서 중복되는 것이 많았다. 측선 비늘 수는 산천어의 경우 105~138개 범위였는데, 문헌에 따라 160~210개(Jordan and Snyder, 1902), 190~210개(Kitahara, 1904), 112~140개(鄭, 1977)로 다양하게 기록되어 있어 앞으로 검토가 필요한 형질로 나타났다. 유문수는 종 간 차이가 뚜렷하여 좋은 분류 형질로 나타났는데, 연어의 유문수는 140, 150여개(Hart, 1973; 鄭, 1977), 140~185개(Jordan and Snyder, 1902), 140~249개(Scott and Crossman, 1973), 152~179개(松原, 1979) 등 그 폭이 넓고 다양하게 기록되어 있어 앞으로 집단의 특징을 나타내는 형질로서의 사용 가능성 판단을 위한 조사가 필요하리라 생각된다.

척추골 수는 복추골에서 3종 간에 서로 중복되는 범위를 보였으나, 미추골에서 연어가 27개 전후, 산천어가 24~25개인데 비하여 무지개송어는 21~23개로 뚜렷이 구분되었다. 따라서 연어류의 척추골 수를 비교할 때에는 복추골과 미추골로 나누어 사용하는 것이 종간의 차이를 나타내는데 효과적일 것으로 생각된다.

이와같은 척추골 수, 새조골 수 등 계수형질은 초기 발생시 수온 환경에 의해 달라질 수 있으므로 그 변이 폭은 크지만(Garside, 1966) 위도가 다른 지역에 서식하는 지역 개체군의 특징을 나타내는 형질로서의 사용 가능성에 대한 검토가 필요하다고 생각된다.

본 실험 결과 지금까지 연어과 어류의 분류 형질로 사용되어 오던 지느러미 줄기 수, 옆줄 비늘 수, 새파 수, 지느러미위의 반점 유무, 상사골, 구개골 등 골격 형질 외에 미병고, 등지느러미의 기저 길이, 안경 등이 새로운 분류 형질로 나타났다.

체형 비교에서 무지개송어와 연어의 중간 형질을 띠고있어 Jordan(1906)의 지적과 잘 일치하고

있으며, Smith and Stearly(1989)가 제시한 계통수와도 잘 일치하고 있다. 또 이러한 형태적 분류 형질의 진화 방향은 생활사에 있어서 무지개송어는 소하성 계통에서 분리되어 육봉형으로 분화되었다는 설(Thorpe, 1982)에도 불구하고, 연어류 전체적으로 보면 진화 방향이 담수 생활형에서 담수 생활을 최소화하려는 *O. nerka*, *O. keta*, *O. gorbuscha* 쪽으로 진화했다는 설(Techernavin, 1937; Hikita, 1962; Hoar, 1976)과 일치하고 있다. 또, 현생의 연어무리는 대부분 200만~700만 년전인 신생대(Cenozoic)의 선신세(鮮新世, Pliocene) 또는 초기갱신세(更新世, Pleistocene)에 나타나며(Nordon, 1961), 일본에서는 산천어와 거의 같은 종으로 보이는 화석이 700만~2,600만 년 전 지층(신생대 제3기)에서 출토되어 산천어가 진화학적으로는 무지개송어와 연어류 사이에 위치하는 종이라는 설(久保, 1988)과도 본 실험 결과는 일치하고 있었다. 앞으로 우리나라에 서식하는 연어속 어류 집단의 형태학적 특징과 유전적 특징을 함께 고려한 종합적인 연구가 필요하리라 생각되어 진다.

감사의 글

본 연구를 수행함에 있어 연어 채포와 표본 채취에 도움을 주신 국립수산진흥원 양양내수면연구소, 강원도내수면개발시험장, 경북내수면개발시험장 임직원 여러분과 표본처리와 자료 분석에 도움을 주신 부산수산대학교 어류학 실험실 한경호, 강충배, 고정락 선생님과 연구실원 여러분께 감사드립니다. 또 현장 작업과 자료 분석에 힘이 되어 준 한국해양연구소 생물공학실 김병기, 홍경표 선생님께도 감사드립니다.

인용 문헌

- 金甲泰 · 金鍾斗 · 朱泰根. 1967. 韓國 東海岸의 연어(해) 遡上動態와 人工孵化 放流에 대한 試驗. 水振淡水養殖 事業報告. 3 : 18 - 39.
- 김용역 · 명정구. 1993. 한국산 연어속 어류의 형태학적 연구 - I. 연어, *Oncorhynchus keta*의 난발생 및 자치어의 형태. 한어지. 5(1) : 53 - 67.
- 金仁培 · 趙載潤. 1977. 釜山地方에서 室內水槽를 利用한 무지개송어의 飼育實驗. 韓水誌. 10(4) : 267 - 273.
- . 1978. 實內水槽를 利用한 무지개송어의 飼育實驗. 韓水誌. 11(4) : 233 - 238.
- 水産廳 · 美國經濟協同處. 1967. 韓國의 연어, 송어 資源開發調查報告書. 5 - 36. 41 - 45.
- . 1973. 大韓民國의 연어孵化場調查報告 : 10 - 103.
- 吳奉世 · 朱泰根. 1986. 연어稚魚成長에 미치는 飼料의 水分 含量의 影響에 대하여. 水振研究報告. 39 : 165 - 169.
- 鄭文基. 1973. 韓國魚圖譜. p. 727. 一志社. 서울.
- 鄭汝朝. 1972. 연어 · 송어養殖에 關한 研修報告書. 404p. 水産廳.
- 久保達郎. 1988. 日本のサケマスの生物學と増殖事業. たくぎん總合研究所. 1988 : 30 - 38.
- 松原喜代松. 1979. 魚類の形態と檢索 I. p. 789. 石崎書店. 東京.
- Beacham, T.D. and C.B. Murray. 1983. Sexual dimorphism in the adipose fin of Pacific salmon(*Oncorhynchus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40 : 2019 - 2024.
- . 1985a. Effect of female size, egg size, and water temperature on developmental biol-

- ogy of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) from the Nitinat River, British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42 : 1755 - 1765.
- _____. 1985b. Variation in length and body depth of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum salmon (*O. keta*) in Southern British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42 : 312 - 319.
- _____. 1986a. Comparative developmental biology of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) from the Fraser River, British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43 : 252 - 262.
- _____. 1986b. Sexual dimorphism in the length of upper jaw and adipose fin of immature and maturing Pacific salmon (*Oncorhynchus*). Aquaculture. 58 : 269 - 276.
- _____. 1987. Adaptive variation in the body size, age, morphology, egg size, and developmental biology of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44 : 244 - 261.
- Berg, W. J., and G. A. E. Gall. 1988. Restriction endonuclease analysis of salmonid mitochondrial DNA. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41 : 1041 - 1047.
- Cavender, T. M., and R. R. Miller. 1982. *Salmo australis*, a new species of fossil salmonid from southwestern Mexico. Contrib. Mus. Paleontol. Univ. Mich. 26 : 1 - 17.
- Dorofeyeva, Ye. A., Ye. A. Zinovyev, V.A. Kilukanov, Yu. S. Reshetnikov, K.A. Savvaitova, and G. Kh. Shaposhnikova. 1980. The present state of research into the phylogeny and classification of salmonoidei. J. Ichthyol. 20(5) : 1 - 20.
- Dymond, J. R. and V. D. Vladykov. 1934. The distribution and relationship of the salmonoid fishes of north America and north Asia. Proc. Fifth Pac. Sci. Cong. (Canada). 3741 - 3750.
- Garside, E.T. 1966. Developmental rate and vertebral number in salmonids. J. Fish. Res. Bd. Can. 23(10) : 1537 - 1551.
- Grant, W. S., and F. M. Utter. 1980. Biochemical genetic variation in walleye pollock, *Theragra chalcogramma* : Population structure in the southeastern Bering Sea and Gulf of Alaska. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37 : 1093 - 1100.
- Günther, A. 1866. Catalogue of fishes in the collection of the British Museum. Vol. 6. 368pp.
- Hart, J.R. 1973. Pacific fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 180 : p. 740.
- Henning, W. 1966. Phylogenetic Systematics. Univ. of Illinois Press, Urbana. 263pp.
- Hikita, T. 1962. Ecological and morphological studies of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae) with particular consideration on phylogeny. Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery, No. 17. 97pp.
- Hoar, W. S. 1976. Smolt transformation : evolution, behavior, and physiology. J. Fish. Res. Bd. Can. 33 : 1234 - 1252.
- Jordan, D. S. 1906. Note on the salmon and trout of Japan. Ann. Zool. Jap. 5 : 161 - 162.
- Jordan, D. S., B. W. Evermann, and H. W. Clark. 1930. Checklist of the fishes of North and Middle America. Report of the U.S. Commissioner of Fisheries for 1928. appendix X. 670pp.
- Jordan, D. S., and C. H. Gilbert. 1883. A synopsis of the fishes of North America. U.S. Nat. Mus. Bull. 16 : 1 - 1018.
- Jordan, D. S., J. O. Snyder. 1902. A review of the salmonoid fish of Japan. Proc. U.S. Nat. Mus. 24 : 567 - 593.
- Kang, Y. J. 1974. A study on the racial classification of Asian chum, *Oncorhynchus keta* (Walbaum) based on scale characteristics. Bull. Korean Fish. Soc. 7(2) : 91 - 97.

- Kendall, A. W. Jr., and R. J. Behnke. 1984. Salmonidae : development and relationships. pages 142-149. In H. G. Moser, ed. Ontogeny and systematics of fishes. American society of Ichthyologists and herpetologists special publication 1.
- Kendall, R. L. 1988. Taxonomic change in North American trout names (Editorial). Trans. Ame. Fish. Soc. 117 : 321.
- Kijima, A., and Y. Fujio. 1982. Correlation between geographic distance in population of chum salmon *Oncorhynchus keta*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 48(12) : 1703-1709.
- _____. 1984. Relationship between average heterozygosity and river population size in chum salmon. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 50(4) : 603-608.
- Kim, D.S., I.B. Kim, and Y.G. Baik. 1986. A report of triploid rainbow trout production in Korea. Bull. Korean Fish. Soc. 19(6) : 575-580.
- _____. 1988. Early growth and gonadal development of triploid rainbow trout, *Salmo gairdneri*. J. Aquaculture 1(1) : 41-51.
- Kitahara, T. 1904. Preliminary note on the salmon and trout of Japan. Ann. Zool. Jap. 3 : 117-120.
- Linnaeus, C. 1758. Systema Naturae. Facsimile of tenth edition. British Museum (Natural History). 1939.
- Mori, T. 1934. On the geographical distribution of Korean Salmonidae. Proc. Fifth Pac. Sci. Cong. (Canada, 1933). 5 : 3775-3793.
- Norden, C. R. 1961. Comparative osteology of representative salmonid fishes with particular reference to the grayling (*Thymallus arcticus*) and its phylogeny. J. Fish. Res. Bd. Can. 18(5) : 679-790.
- Okazaki, T. 1982a. Geographical distribution of allelic variation of enzymes in chum salmon *Oncorhynchus keta*, river populations of Japan and the effects of transplantation. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 48(11) : 1525-1535.
- _____. 1982b. Genetic study on population structure in chum salmon (*Oncorhynchus keta*). Bull. Far. Seas Fish. Res. Lab. (19) : 25-116.
- _____. 1983. Genetics structure of chum salmon *Oncorhynchus keta* river populations. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 49(2) : 189-196.
- _____. 1986. Distribution, migration and possible origins of genetically different populations of chum salmon *Oncorhynchus keta*. Along the eastern coasts of northern Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52(6) : 983-994.
- Regan, G. T. 1914. The systematic arrangement of the fishes of the family, Salmonidae. Ann. Mage. Nat. Hist. Vol. X III (Eighth Series) : 405-408.
- Rounsefell, G. A. 1962. Relationships among North American Salmonidae. U.S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull. No. 131, 58 : 171-185.
- Savvatitova, K.A. 1975. The population structure of *Salmo mykiss* in Kamchatka. J. Ichthyol. 15(6) : 876-888.
- Scott, W. B., and E. J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 184 : 966pp.
- Seeb, J. E., and L. W. Seeb. 1986. Gene mapping of isozyme lci in chum salmon. Heredity. 77 : 399-402.
- Seeb, L. W., J. E. Seeb, R. L. Allen, and W. K. Hershberger. 1990. Evaluation of adult returns of genetically marked chum salmon, with suggested future applications. Am. Fish.

- Soc. Sym., 7 : 418 - 425.
- Seeb, J. E., L. W. Seeb, and F. M. Utter. 1986. Use of genetic marks to assess stock dynamics and management programs for chum salmon. Am. Fish. Soc. 115 : 448 - 454.
- Smith, G. R., and R. F. Stearly. 1989. The classification and scientific names of rainbow and cutthroat trouts. Fisheries, 14(1) : 4 - 10.
- Tchernavin, V.V. 1918. The nuptial changes in the skeleton of the salmon. Izvestica Otdela Rybovodstva, 1(11)6 - 80. Petrograd.
- _____. 1937. Skulls of salmon and trout. Salmon Trout Mag. 88 : 235 - 242.
- Thorpe, J. E. 1982. Migration in salmonids, with special reference to juvenile movements in freshwater, p. 86 - 97. In : E. L. Brannon and E. O. Salo(eds.). Proceedings of the salmon and trout migratory behavior symposium, School of fisheries, University of Washington, Seattle, WA.
- Vasil'yev, V.P. 1975. Karyotypes of different forms of the Kamchatka Trout, *Salmo mykiss* and the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. J. Ichthyol. 15(6) : 889 - 900.
- Vladykov, V. D. 1962. Osteological studies on pacific salmon of the genus *Oncorhynchus*. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 136 : p172.
- _____. 1963. A review of salmonid genera and their broad geographical distribution. Trans. R. Soc. Can. Series 4, Vol 1, Section 3 : 459 - 504.
- Walbaum, J. J. 1792. Petri Artedi renovaati, i.e., bibliotheca et philosophia ichthyologica. Ichthyologiae pan III. Grywewaldiae. A. F. Roese. 723pp.

**Morphological study of *Oncorhynchus* spp.(Pisces : Salmonidae)
in Korea - IV. Comparison of morphological characters of chum
salmon *Oncorhynchus keta*, masu salmon, *Oncorhynchus masou* and
rainbow trout *Oncorhynchus mykiss***

Jung-Goo Myoung and Yong Uk Kim*

Korean Ocean Research and Development Institute

Ansan, Kyonggi-do 425-600, Korea

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan

Nam-gu, Pusan 608-737, Korea

The morphological characteristics of chum salmon *Oncorhynchus keta*, masou salmon, *Oncorhynchus masou* and rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* in Korea were studied from 1989 to 1990.

It was found that 13 factors of the female and 11 factors of the male in body form, number of pyloric caeca and gill rakers has significant specific differences. There were some differences among species in the ratios of body depth, caudal peduncle depth, dorsal fin length and anal fin length to standard length (PBL), and snout length, eye diameter, upper jaw length, and cheek to head length. In the ratio of head length to fork length of the male, chum salmon showed the highest(24.7%) value and rainbow trout the lowest(21.6%). No difference was found in the female.

It was proved that number of vertebrae, gill rakers, pyloric caeca and lateral line scales were useful taxonomical characteristics of the salmon species. In particular, the ratio of eye diameter (ED) to head length (HL) appeared to be a new taxonomic criterion for the salmons in Korean waters.