

## 한국산 연어속 어류의 형태학적 연구 - III 연어, *Oncorhynchus keta*의 성별 형태 차이

명정구 · 홍경표 · 김용억\*

한국해양연구소 부산수산대학교 해양생물학과\*

1990년 성숙한 연어의 성별 형태학적 특징을 조사하였다. 성숙한 수컷은 연장되고 휘어진 턱을 가지고 있으며 턱 위에 강한 이빨을 가지고 있다.

두장에 대한 주둥이의 길이와 위턱은 수컷이 암컷보다 크고 반면 두장에 대한 안경과 뺨은 수컷이 암컷보다 작았다. 표준체장(PBL)에 대한 체고, 미병고, 등지느러미, 기름지느러미 길이는 모두 수컷이 컸다.

각 지느러미 줄기수, 새파수와 유문수의 수는 암수 차이가 없었으나 측선비늘수와 미추골수는 암컷이 수컷보다 많았다.

두개골 중 인설골과 서골의 형태는 암수 차이가 인정되지 않았지만 상사골의 길이에 대한 폭의 비값은 수컷이 암컷보다 크고 부설골의 앞 뒤돌기 비값은 암컷이 수컷보다 컸다.

### 서 론

연어(*Oncorhynchus keta*)는 연어과(Salmonidae) 연어속(*Oncorhynchus* spp.)에 속하는 어류로(鄭, 1977) 북태평양과 북극해에 서식한다(Dymond and Vladykov, 1934).

연어는 미성어기까지 암수 구별이 어려우나 성숙하면 성에 따라 두부의 형태, 이빨의 발달상태, 체고 등 형태형질이 달라지고 이러한 암수 차이는 연어과 어류의 특징으로 옛부터 잘 알려져 있다(Hikita, 1962; Vladykov, 1962; Beachan and Murray, 1986b). 최근 들어서는 효소유전자에 의한 연어 집단 연구(Kijima and Fujio, 1979, 1982, 1984; Okazaki, 1986; Seeb and Seeb, 1986; Seeb *et al.*, 1986, 1990)와 함께 연어의 이러한 형태적 특징을 나이별, 성별로 나누고 또 이들이 낳는 알의 크기, 부화생태 및 자어의 행태등의 형질을 사용하여 하천별, 지역별 개체군 집단의 특징 형질로서의 연구가 활발히 진행되고 있다(Beacham and Murray, 1983, 1985, 1986a, b, 1987).

연어의 형태에 관한 연구로는 분류 형질을 찾으려는 연구의 일환으로 연어류 구강내의 이빨의 발달상태나 내부 형태에 대한 연구(Nomura, 1953, 1954), 비교골격학적 연구(Norden, 1961; Hikita, 1962; Vladykov, 1962), 인상(鱗相)에 의한 계통 판정에 관한 연구(Kang, 1974) 등이 있다.

우리나라의 연어에 대한 연구는 표지 방류(金 등, 1967; 金·朱, 1968), 초기 사료 효과(吳·朱, 1986)에 대한 단편적인 연구가 있으며, 그외 양식에 대한 연수보고서(鄭, 1972), 연어 송어 자원개발조사 보고(水産廳, 美國經濟協助處, 1967, 1973)와 초기 형태에 관한 연구(명·김, 1993)가 있을 뿐이다.

본 연구는 한국산 연어 집단의 형태적 특징을 밝히고 연어자원의 관리를 위한 기초 자료 축적을 위

하여 성숙한 연어의 암컷과 수컷간의 형태적 차이를 조사하였다.

### 재료 및 방법

표본은 1990년 10~11월에 동해안 연어 소상 하천 중 대표적인 6개 하천(Fig. 1, Table 1)에서 채포한 195마리였다.

연어는 현지 하천에 설치된 유도망으로 채포하여 냉동시킨 후 실험실로 운반하여 몸 각 부위(Fig. 2)를 재고 지느러미 줄기수, 새파수, 유문수의 수를 조사한 후 삶아서 골격을 뽑았다.

연어 외부형태적 측정 형질은 줄자와 1/20 vernier caliper를 사용하여 재었다. 전장(total length, TL), 체장(fork length, FL) 부위의 길이를 재어 두장(head length, HL), 등지느러미 기점거리(length of origin of dorsal fin, OD), 기름지느러미 기점거리(length of origin of adipose fin, OAD), 배지느러미 기점거리(length of origin of ventral fin, OV), 체고(body depth, BD)와 항문체장(preanal length, PAL)은 가랑이체장(fork length, FL)에 대한 백분율을 구하였다. 연어과 어류는 성에 따라 주둥이 부분의 형태차이가 크므로, 주둥이 길이를 제외하기 위한 하나의 수단으로 눈 뒤에서 꼬리자루까지의 길이를 표준체장(postorbital length + trunk L. + tail L., PBL)으로 하고 이 표준체장에 대한 체고(BD), 미병장(caudal pedun-

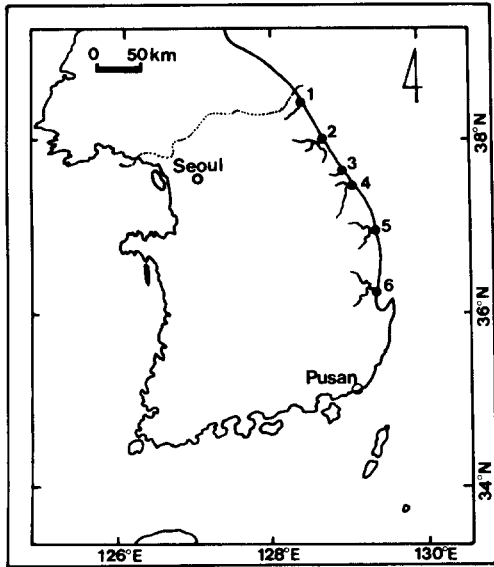


Fig. 1. Map showing the rivers where the specimens of *Oncorhynchus keta* were sampled. (Refer to Table 1 for the figures of the rivers)

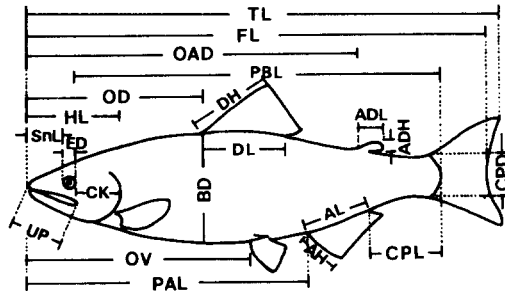


Fig. 2. Diagram showing the method of measuring body part of *Oncorhynchus keta*.

TL, total length; FL, Fork length; HL, head length; ED, eye diameter; SnL, snout length; PAL, 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 1. Sampling localities of Figure 1

No.	Localities	Rivers
1	Kason-up Kosong-gun Kang-won-do	Pukchon
2	Sonyang-myon Yangyang-gun Kang-won-do	Nqamdaechon
3	Okke-myon Myongiu-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

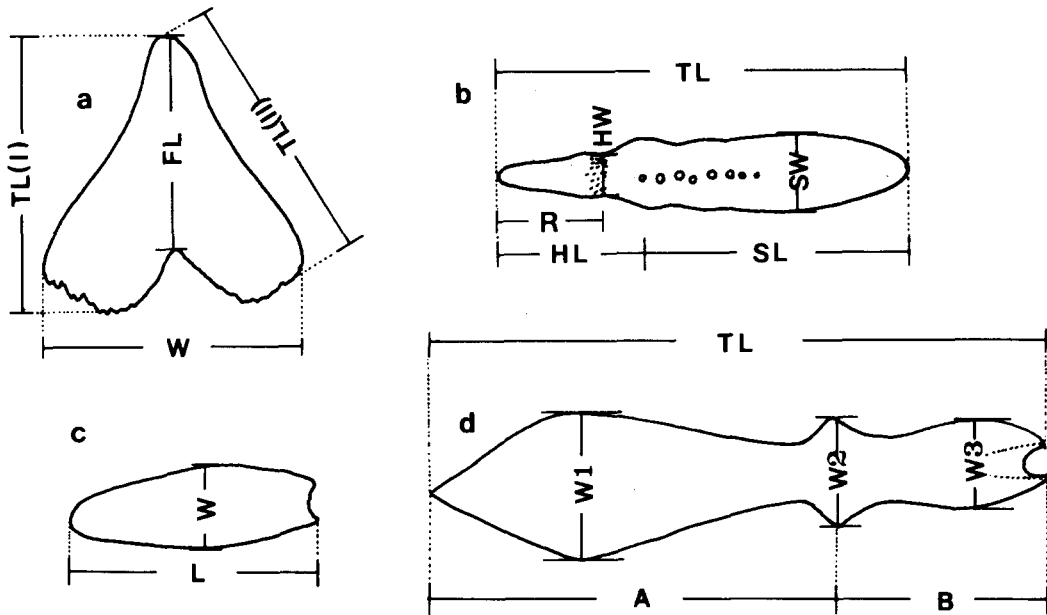


Fig. 3. Diagram showing the measurements of bones of *Oncorhynchus keta*.  
a. supraethmoid b. vomer c. glossohyal d. parasphenoid

cle length, CPL), 미병고(caudal peduncle dept, CPD), 등지느러미 높이(height of dorsal fin, DH), 등지느러미 기저길이(length of dorsal fin, DL), 뒷지느러미 기저길이(length of anal fin, AL), 뒷지느러미 높이(height of anal fin, AH), 기름지느러미의 기저길이(length of adipose fin, ADL)와 기름지느러미의 높이(height of adipose fin, ADH)의 백분율을 구하였고 또 두장(HL)에 대한 주둥이 길이(snout length, SnL), 안경(eye diameter, ED), 윗턱길이(length of upper jaw, UJ) 및 뺨의 길이(cheek, CK)의 백분율을 구하였다.

골격 형질 비교는 연어과 어류의 분류 형질로 잘 알려진, 인설골(glossohyal), 상사골(supraethmoid), 부설골(parasphenoid) 및 서골(vomer)은 길이와 폭 등 각 골편을 비교하였다(Fig. 3).

### 결 과

산란을 위하여 하천으로 소상한 성숙된 연어의 암,수 형태를 비교하였다.

성숙한 연어의 암컷과 수컷은 외형상 턱의 생김새와 이빨로 구별이 가능하였다.

수컷의 턱은 암컷에 비하여 크고 휘어져 있으며 위턱과 아랫턱에 크고 강한 이빨이 발달되어 있고, 암컷의 턱은 수컷처럼 휘어지지 않으며 이빨도 수컷처럼 크지 않았다(Fig. 4). 구강은 수컷은 크고 강한 이빨이 위, 아랫턱의 앞 끝부분에 특징적으로 발달해 있고 아랫턱을 위에서 보면 암컷에 비하여 수컷의 턱 앞부분이 조금 뭉툭한 형태를 띠고 있어 암컷과 구별되었다(Fig. 5, 6).

연어의 몸 각 부위에 체장(FL), 표준체장(PBL), 두장(HL)에 대한 백분비로서 암컷과 수컷간의 형태비교를 해 본 결과는 Table 2에 나타내었다.

체장에 대한 몸 부위의 비값 중 암, 수가 차이가 인정되는 것은 두장(HL,  $F_{145}=230.31$ ,  $p<0.01$ ).

Table 2. Comparison of the morphometric characters of female and male of *Oncorhynchus keta* in Korea

	Female	Male	F	P
NO. of ind.	77	68		
Fork length (cm)	37.6~72.9	44.3~74.9		
% to FL				
HL	21.7± 1.0	24.7± 1.4	230.31	P<0.01
OD	45.0± 3.7	46.0± 4.2	2.06	P>0.05
OAD	77.0± 3.6	76.2± 2.3	2.56	P>0.05
OV	50.5± 1.9	51.9± 3.1	10.46	P<0.01
BD	19.5± 1.8	21.0± 1.5	32.60	P<0.01
PAL	67.6± 2.9	68.0± 2.2	0.82	P>0.05
% to PBL				
BD	22.9± 2.4	25.7± 1.9	58.93	P<0.01
CPL	18.7± 1.8	19.0± 1.3	1.73	P>0.05
CPD	7.7± 0.9	8.1± 0.7	9.06	P<0.01
DH	15.6± 1.6	17.3± 1.5	41.15	P<0.01
DL	11.1± 1.2	12.0± 1.3	21.96	P<0.01
ADL	1.8± 0.6	2.5± 0.7	46.61	P<0.01
ADH	3.3± 1.8	4.7± 0.9	34.79	P<0.01
AL	13.3± 1.2	13.1± 1.2	1.32	P>0.05
AH	11.8± 1.4	11.5± 1.0	2.08	P>0.05
% to HL				
SnL	32.8±2.9	38.6± 2.7	160.8	P<0.01
ED	11.0±1.2	10.1± 1.3	21.33	P<0.01
UJ	56.5±5.5	60.4± 5.5	18.63	P<0.01
CK	54.6±2.2	50.1± 3.6	82.93	P<0.01
AL/AH	114.4±13.1	115.0±14.6	0.08	P>0.05
DL/DH	71.5±10.0	70.0± 9.2	3.63	P>0.05
ADL/ADH	62.7±29.1	54.8±18.9	3.63	P>0.05

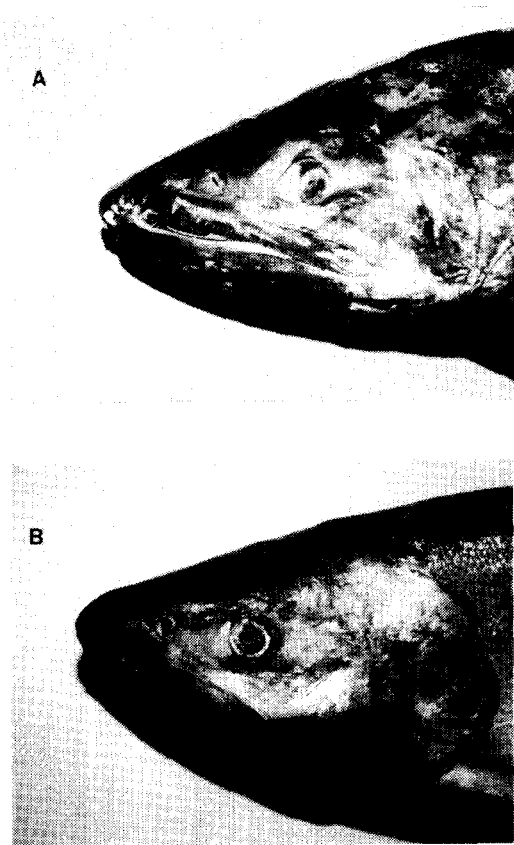


Fig. 4. Head of breeding chum salmon.  
A, male; B, female.

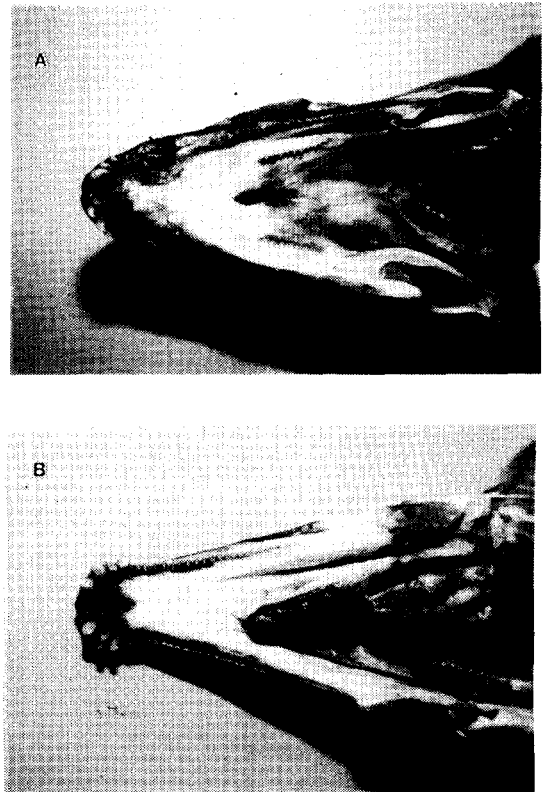


Fig. 5. Mouth cavity of breeding chum salmon male. A, roof of the mouth; B, floor of the mouth.

배지느러미의 기점거리(OV,  $F_{145}=10.46$ ,  $p<0.01$ ), 체고(BD,  $F_{145}=32.60$ ,  $p<0.01$ )였으며, 등지느러미 기점거리(OD), 기름지느러미 기점거리(OAD), 항문체장(PAL)은 암수 차이가 없었다.

두장은 암컷이 21.7%인데 수컷이 24.7%로 수컷이 컸으며(HL,  $F_{145}=230.31$ ,  $p<0.01$ ), 배지느러미까지의 거리도 수컷이 51.9%로 암컷의 50.5%에 비하여 컸다(OV,  $F_{145}=10.46$ ,  $p<0.01$ ). 체고 역시 수컷이 21.0%로 암컷(19.5%)보다 높게 나타났다.

표준체장에 대한 몸 부위의 비값 중 암수 간의 차이는 체고(BD,  $F_{145}=58.93$ ,  $p<0.01$ )를 비롯하여 미병고(CPD), 등지느러미 기부길이, 높이, 기름지느러미 높이와 길이에서 암수 차이는 1%수준까지 유의하였다. 반면, 미병장(CPL,  $F_{145}=1.78$ ,  $p<0.01$ ), 뒷지느러미 기부길이(AL,  $F_{145}=1.32$ ,  $p<0.01$ ), 높이(AD,  $F_{145}=2.08$ ,  $p>0.05$ )는 암수 간 차이가 인정되지 않았다.

체고는 수컷이 25.7%로 암컷보다 약 2.8%가 높았으며, 미병고 역시 수컷(19.0%)이 암컷(18.8%)보다 높았다. 등지느러미 기부의 길이와 높이는 모두 수컷이 컸으며, 기름지느러미의 기부길이와 높이도 수컷이 암컷보다 큰 것으로 나타났다.

두장(HL)에 대한 주둥이(SnL), 안경(ED), 윗턱(UJ) 및 뺨(CK)은 모두 암수 차이가 1%수준에서 유의하였다. 두장에 대한 주둥이는 수컷이 암컷보다 약 5.8%나 큰 것으로 나타났으며 수컷은 두

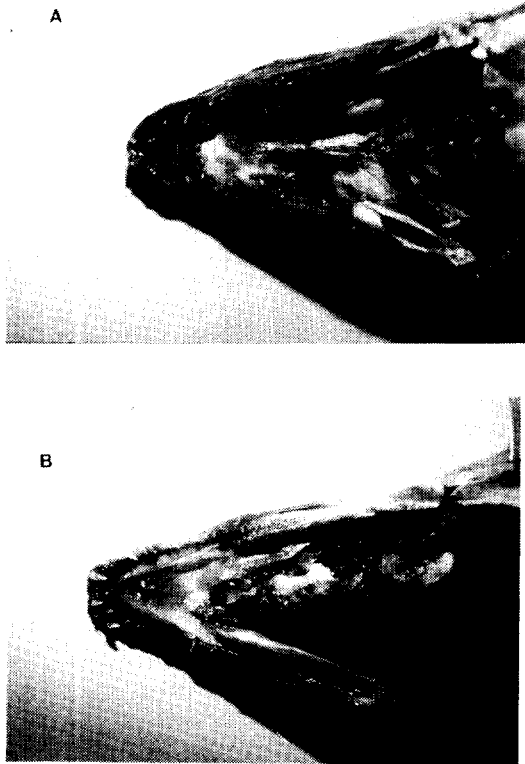


Fig. 6. Mouth cavity of breeding chum salmon female. A. roof of the mouth; B. floor of the mouth.

부에서 주둥이 길이가 차지하는 비가 38.6%였다. 두장에 대한 안경과 뺨의 길이는 수컷보다 암컷이 큰 값을 나타내었으며, 윗턱의 길이는 주둥이 길이와 마찬가지로 수컷이 60.4%로 암컷의 56.5%보다 큰 값을 나타내었다.

등지느러미, 뒷지느러미 및 기름지느러미 기부에 대한 높이비 즉, 지느러미 형태는 암수간 차이가 인정되지 않았다.

계수형질의 암수 비교는 Fig. 3에 나타내었다. 꼬리지느러미를 제외한 각 지느러미 줄기수는 개체간 변이가 있었으나 암수간의 차이는 인정되지 않았으며, 새파, 유문수, 복추골 수 역시 변이는 있으나 암수 차이는 없었다. 단지 옆줄 비늘수와 미추골 개체간의 변이가 매우 심하였음에도 불구하고 암수간의 차이가 안정되었다.

두개골 중 인설골, 상사골, 부설골 및 서골의 암수간 형태 비교는 Table 3에 나타내었다. 조사 골격형질 중 암수간의 차이는 인설골과 서골에선 차이가 없었으나 상사골, 부설골에서는 차이가 인정되었다(Table 4).

상사골의 길이에 대한 쪽에서는 모두 암컷이 큰 값을 나타내었으며(W.TL(I),  $F_{145}=5.56$ ,  $p<0.05$ ; W/TL(II)  $F_{145}=6.87$ ,  $p<$

Table 3. Comparison of the meristic characters between female and male of *Oncorhynchus kets* in Korea

	Female	Male	F	P
Fork length(cm)	37.6-72.9	44.3-74.9		
Dorsal fin rays	10-16	12-16	0.42	$P>0.05$
Anal fin rays	14-18	14-18	0.05	$P>0.05$
Pelvic fin rays	10-12	10-11	0.73	$P>0.05$
Pectoral fin rays	13-16	13-16	0.30	$P>0.05$
Caudal fin rays				
Upper	10	10	-	-
lower	9	9	-	-
No. of gill raker	22-27	23-27	-	-
Pyrolic ceaca	103-207	112-199	0.09	$P>0.05$
No. of lateral line scale	126-156	115-146	14.91	$P<0.01$
No. of vertebrae				
abdominal	38-42	37-44	0.92	$P>0.05$
caudal	25-31	24-28	6.69	$P<0.05$

Table 4. Comparison of the morphology of glossohyal, supraethmoid, parasphenoid and vomer of *Oncorhynchus keta* in Korea. Number of individual are given in brackets

	female	male	F	P
Glossohyal W/L	30.95 ± 6.05(39)	29.77 ± 6.61(34)	0.64	P > 0.05
Supraethmoid W/TL(I)	94.75 ± 14.16(44)	86.59 ± 16.07(34)	5.66	P < 0.05
W/FL	132.56 ± 32.40(44)	114.98 ± 24.88(34)	6.87	P < 0.05
W/TL(I)	99.28 ± 17.66(43)	87.94 ± 14.50(34)	9.14	P < 0.01
Parasphenoid B/A	57.01 ± 7.11(61)	54.17 ± 5.41(47)	5.17	P < 0.05
W1/TL	20.82 ± 3.18(61)	21.25 ± 2.63(47)	0.56	P > 0.05
W2/TL	17.79 ± 3.12(61)	16.94 ± 2.53(47)	2.34	P > 0.05
W3/TL	3.77 ± 1.27(61)	3.95 ± 1.23(47)	0.55	P > 0.05
Vomer HL/SL	47.71 ± 15.16(58)	45.81 ± 9.14(47)	0.57	P > 0.05
R/TL	21.58 ± 5.69(58)	21.89 ± 3.87(47)	0.10	P > 0.05
SW/TL	11.46 ± 2.84(58)	11.87 ± 2.78(47)	0.55	P > 0.05
WT/TL	9.61 ± 2.13(58)	9.27 ± 1.66(47)	0.79	P > 0.05

0.05), W/FL값도 암컷이 132.56%로 수컷의 114.98%에 비하여 컸다.

부설골에서는 앞돌기의 폭(W1)와 그외 폭(W2, W3)은 차이가 없었으나, 앞, 뒤 돌기의 비값(B/A)에선 암컷이 57.01%, 수컷이 54.17%로 암컷이 수컷보다 뒷돌기가 큰 것으로 나타났다.

## 고 찰

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).

1990년에 동해안으로 소상한 한국산 연어를 캐나다산 연어(Beacham and Murray, 1983)와 비교해보면 수컷이 큰 머리, 높은 체고, 큰 등지느러미를 가지고 있다는 점은 일치하고 있었다. 연어의 배지느러미는 암컷이 산란상을 만들때 사용하며 캐나다산 연어는 큰 강으로 회귀하는 집단일수록 큰 배지느러미를 가지며 수컷보다 암컷의 배지느러미가 크다고 알려져 있어(Beacham and Murray, 1987) 암 수컷의 차이가 없었던 본 조사 결과와 차이를 나타내었다. 이같은 차이가 지역 개체군의 차이에서 오는 것인지 자연 산란 개체군이 거의없는 우리나라 연어의 특징인지는 알 수 없었다. 성적인 형태 차이가 연어의 나이에 따라서도 달라지므로(Beacham and Murray, 1985b), 앞으로 한국산 연어의 형태적 특징은 나이와 크기를 고려한 조사가 필요하리라 생각된다.

기름지느러미는 연어과 어류의 성에 따라 형태 차이가 있으며(Vladykov, 1963) 곱사연어, 왕연어, 은연어, 홍연어에 비하여 연어의 기름지느러미는 암수 모두에서 작고 수컷의 기름지느러미가 암컷보다 30~50%정도 큰 것으로 알려져 있는데(Beacham and Murray, 1983), 본 조사에서 한국산 연어의 기름지느러미는 형태에서 암수 차이가 인정되지 않았으나 크기는 수컷이 암컷보다 길이가 1.3배, 높이가 1.4배로 나타났다.

연어의 계수형질에서는 대부분 형질에서 암수 차이가 인정되지 않았고 이러한 결과는 캐나다 연어를 대상으로 조사한 결과와 일치하고 있다(Beacham and Murray, 1987). 단지 본 조사에서는 미추골과 옆줄비늘수에서 암수 차이를 인정할 수 있었는데 이 두형질은 각각 개체 차이가 매우 컸기 때문에 단순한 평균치의 검정만으로써 차이가 있다고 이야기하기에는 어렵다고 생각되었다.

두개골에서는 조사 대상 골편 중 상사골과 부설골에서 암수 차이가 인정되었다. 상사골 길이에 대한 폭의 비가 암컷이 수컷보다 컸으며 이같은 암수 차이는 *O. gorbusha*, *O. kisutch*, *O. masou*, *O. nerka*, *O. tshawytscha* 등 연어속 어류에서도 공통적으로 나타나므로(Vladykov, 1962). 상사골의 형태는 연어류의 계통분류학상 중요한 형질일 뿐만 아니라(Smith and Stearly, 1989), 이들 중의 암수간 형태적 차이를 특징 짓는 좋은 형질로 나타났다. 부설골은 폭(W1-3)에선 차이가 없었으나 앞뒤 돌기의 비(B/A)에서 암컷보다 수컷의 뒷돌기가 큰 것으로 나타났다.

연어 암컷의 상사골 길이(TL(II))에 대한 폭의 비는 본 조사결과 99.28%로 Vladykov(1962)가 조사한 결과인 94.0%에 거의 유사한 값을 나타내었고, *O. nerka*의 106.0%, *O. tshawytscha*의 108.0%보다는 작은 값을 나타내었다. 정중선길이(FL)에 대한 폭의 비는 132.56%로 Vladykov(1962)의 125.9%와 비슷하였으며 *O. nerka*의 150.7%, *O. tshawytscha*의 210.6%보다는 적고, 산천어(99.73%)나 무지개송어(61.6%)보다는 컸다. 수컷의 상사골의 형태에서도 암컷과 비슷한 경향을 보여 연어 두개골을 형성하는 골격 중 상사골의 형태(특히 뒷 폭의 형태)는 연어류의 계통 분류학적인 관계를 잘 나타내고 있다고 볼 수 있다.

한국산 연어 암컷의 서골의 뒷판 길이(SL)에 대한 앞 돌기의 길이(HL)의 비는 47.71%로 연어가 연어속 어류에서 가장 큰 값을 나타내었는데 Vladykov(1962)의 결과와 비교하면 우리나라 연어보다 앞돌기가 약 13.9%나 크다. 또, 뒷판의 폭은 SL에 대한 비로 나타내어 직접 값을 비교하기 어려우나 *O. tshawytscha*의 34.6%에 이어 33.1%로 두번째 넓은 것으로 나타나 본 시험결과와 일치하고 있었다.

한국산 연어 수컷의 서골 형태중 SL/HL값은 45.81%이었는데 Vladykov(1962)는 연어가 68.2%로 본 실험결과 보다 약 22.4% 높게 보고하고 있고, 암컷과 달리 *O. tshawytscha*가 69.3%로 가장 큰 값을 나타내고 있다. 같은 종내에서 서골의 형태차이가 이렇게 크게 나타난 것은 매우 흥미로운 일이며, 앞으로 개체군끼리의 검토가 필요하다고 생각되었다.

연어속 어류의 두개골에 있어서 서골, 부설골, 상사골, 악골 중의 전상악골, 안골, 인설골 등은 연어류의 계통분류학상 중요한 형질로서 진화 방향이나 분화 정도를 잘 나타내고 있는데, 담수 생활기가 짧은 연어는 연어류 중에서 가장 늦게 진화한 곱사연어나 홍연어(Smith and Stearly, 1989)와 그 형태나, 골격 형질에 있어 유사한 그룹을 형성하고 있었다. 그러나 본 실험 결과에서 나타나듯이 성숙한 연어의 형질을 분석할 때에는 암, 수의 성을 고려한 재검토가 필요하리라 생각되었다.

우리 나라에 회귀해오는 연어는 1913년 일본인들에 의하여 최초로 함경남도 고원에 연어 부화장이 생긴 이후부터 인위적으로 관리가 시작되었으며, 본격적인 부화방류 사업은 1957년부터 경남 밀양과 경북의 강구 오십천에서 시작되었다. 그후 1970년부터 1990까지 우리나라에는 여러차례 연어 발안관이 미국과 일본으로부터 도입되어 각 하천에 이식되었기 때문에(國立水産振興院, 1987) '한국산 연어'로 규정지을 수 있는 연어의 형태적 특징을 알아보기 위해서는 장기적인 자료 축적이 필요하리라 생각되었다.



사 사

본 연구를 수행함에 있어서 연어 채집에 도움을 주신 국립수산물진흥원 양양수내면 연구소, 강원도내 수면개발시험장, 경북내수면개발시험장 임직원 여러분과 표본 처리와 자료 분석에 도움을 주신 부산수산대학교 어류학 실험실 한경호, 강충배, 고정락 선생님과 실원 여러분께 감사드린다.

인용문헌

- 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.
- . 1985. Effect of female size, egg size, and water temperature on developmental biology of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) from the Nitinat River, British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42 : 1755-1765.
- . 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.
- Hikita, T. 1962. Ecological and morphological studies of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae) with particular consideration on phylogeny. Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery, No. 17. 97p.
- 鄭文基. 1977. 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.
- 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.
- Kijima, A., and Y. Fujio. 1979. Geographical distribution of IDH and LDH isozymes in chum salmon population. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 45(3) : 287-295.
- . 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.
- 金甲泰·金鐘斗·朱泰根. 1967. 韓國 東海岸의 연어(해) 溯上動態와 人工孵化 放流에 대한 試驗. 水振淡水養殖試驗事業報告(1964, 1965, 1966종합) : 6-16.
- 金甲泰·朱光淵. 1968. 연어(해) 人工孵化 및 標識放流. 水振淡水養殖 事業報告. 3 : 18-39.
- 김용익·명정구. 1993. 한국산 연어속 어류의 형태학적 연구 I. 연어, *Oncorhynchus keta*의 난발생 및 자치어의 형태. 한어지 5(1) : 53-67.
- 國立水産振興院. 1987. 韓國의 연어 人工孵化 放流事業 現況. 養殖資料集 6號 : 101p.
- Nomura, M. 1953. On the taxonomic characters in the mouth cavity of salmonoid fishes. Jap. J. Ichthyol., 2 : 261-271(in Japanese).
- . 1954. On the taxonomic characters in the mouth cavity of salmonoid fishes. Jap. J.

- Ichthyol., 4 : 162 - 169(in Japanese)
- Norden, C. R. 1961. Comparative osteology of representative salmonoid fishes with particular reference to the grayling (*Thymallus arcticus*) and its phylogeny. J. Fish. Res. Bd. Can., 18(5) : 679 - 790.
- 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.
- O. kazaki, T. 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.
- Seeb, J. E., and L. W. Seeb. 1986. Gene mapping of isozyme loci 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. Symp., 7 : 418 - 425.
- Seeb, J. E., L. W. Seeb, and F. M. Utter. 1986. Use of genetic marks to assess stock dynamics and management progement 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.
- 水産廳-美國經濟協助處. 1967. 韓國이 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.
- Vladykov, V. D. 1962. Osteological studies on Pacific salmon of the genus *Oncorhynchus*. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 136:p.172.
- . 1963. A review of salmonoid genera and their broad geographical distribution. Trans. R. Soc. Can. Ser., 4, Vol 1, Section 3 : 459 - 504.

**Morphological study of *Oncorhynchus* spp.(Pisces : Salmonidae)  
in Korea - III. Sexual dimorphism of chum salmon, *Oncorhynchus keta*.**

Jung-Goo Myoung, kyung-pyo Hong 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

Sexual dimorphism of the matured chum salmon, *Oncorhynchus keta*, have been studied based on biometrical measurements and osteological characters. Male chum salmon has an elongated and hooked upper jaw and canine-like teeth on the upper and lower jaw. The ratios of snout length (SnL) and upper jaw length (UJ) to head length of male were larger than those of the female, whereas eye diameter (ED) and postorbital part of head (CK) of the male were smaller than those of the female's. The ratios of body depth, caudal peduncle depth, anal fin length and adipose fin length to the standard length (PBL) of the male were also larger than those of the female. On sexual dimorphism was detected in number of fin rays, gill rakers and pyloric caeca, where as number of lateral line scales and caudal vertebrae of the female was larger than those of the male.

Glossohyal and vomer bones has no sexual difference. The ratio of width to length of supraethmoid bone of the male was larger than that of the female. The ratio of frontal part to posterior part of parasphenoid bone of the male was smaller than that of the female.