

통가리과 (Amblycipitidae) 어류 계측형질 특징

박인석 · 설동원* · 강언종¹ · 김치홍²

한국해양대학교 해양과학기술대학 해양환경 · 생명과학부,
¹국립수산과학원 내수면양식연구소, ²국립수산과학원 내수면생태연구소

Morphometric Characteristics of Torrent Catfish (Amblycipitidae) in Korea

In-Seok Park, Dong-Won Seol*, Eon-Jong Kang¹ and Chi-Hong Kim²

Division of Marine Environment and Bioscience, College of Ocean Science and Technology,
Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

¹Chinhae Inland Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and
Development Institute, Chinhae 645-806, Korea

²Chungpyung Inland Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and
Development Institute, Chungpyung 477-810, Korea

A closely associated set of characteristics was analyzed using both classical and truss dimensions to discriminate the morphometric traits of three species of torrent catfish (Amblycipitidae) in Korea. After arcsine square root transformation, 18 measurements relative to the standard length and three measurements relative to the head length of each species of torrent catfish were compared statistically. Classical and truss dimensions of each of four morphometric traits showed higher values in the bullhead torrent catfish, *Liobagrus obesus*, than the Korean and south torrent catfish (*L. andersoni* and *L. mediadiposalisa*, respectively; $P < 0.05$). Truss dimensions of three morphometric traits were higher in the bullhead and Korean torrent catfish than in the south torrent catfish ($P < 0.05$). There were no significant differences in six morphometric traits among these Amblycipitidae. The dimensions used in this study may be useful as taxonomic indicators to discriminate species of *Liobagrus* in Korea.

Key words : Amblycipitidae, classical dimension, morphometric characteristics, taxonomical indicator, truss dimension

서 론

종 (species) 간 또는 집단 (population) 내에서의 형태학적 차이는 전반적인 체형 혹은 특이한 해부적 형태에 의해 구분되고 있다 (Strauss and Bond, 1990). 어류체형

형질 중에서 계수 (meristic, countable) 형질과는 달리, 계측 (morphometric) 형질은 measured (mensural) 특성으로 어체에서 길이 단위로 측정될 수 있다. 비록 어류 체형에 대한 계측형질 파악은 전적으로 어류 체형의 유전적 요인에 의해 결정되지만 (Taylor and McPhail, 1985; Currens *et al.*, 1989; Park *et al.*, 2001b) 환경적으로 야기된 변이로 인해 계측형질 자체가 변할 경우 제한적일 수도 있다. 어류를 대상으로 한 계측형질 파악은 기본적

*Corresponding author: tongtong100@naver.com

으로 3가지의 연구 측면에서 시도되고 있다. 첫째, 종에서의 성 (sex) 구별 (Quellette and Qadri, 1968; Park *et al.*, 2001a) 및 불확실한 잡종 (hybrid) 과 같은 미확인 종의 확인 (Strauss, 1986; Taylor *et al.*, 1986; Neff, 1987; Park *et al.*, 2003); 둘째, 집단과 종에서의 형태 변이 양상 구명 (Poss and Miller, 1983; Winans, 1985; Strauss, 1986; Lee and Kim, 1990; Park *et al.*, 2001b); 그리고 셋째, 생물계통적 연관관계의 확인 및 분류이다.

통가리과 (Amblycipitidae)에 속하는 어류 (torrent catfish)는 파키스탄으로부터 인도지나 반도에 걸쳐 분포하는 *Amblyceps*와 중국대륙, 대만, 일본열도 및 한반도에 걸쳐 분포하는 통가리속 (*Liobagrus*)으로 구성되는데, 이들은 주로 유속이 빠른 하천의 중류 및 상류 수역에 서식하는 소형 담수어이다 (Jayram, 1978; Moyle and Cech, 1982; Nelson, 1994). 통가리속 어류는 현재까지 13종이 기재되어 있으며, 중국대륙에 7종 (*L. stiani*, *L. marginatus*, *L. nigricauda*, *L. marginatoides*, *L. kingi*, *L. xiurenensis*, *L. anguillicauda*), 대만에 3종 (*L. formosanus*, *L. reini*, *L. natonensis*) 일본에 *L. reini* 1종, 그리고 한반도에는 통가리 (*L. andersoni*, Regan, 1908), 통사리 (*L. obesus*, Son *et al.*, 1987) 및 자가사리 (*L. mediadiposalis*, Mori, 1936)가 분포하고 있다 (손, 1981, 1987). 이들은 주로 야간에 활동하는 야행성 어류이며, 모두 한국 특산종으로서 특히, 통사리는 멸종 위기종으로 지정되어 있다 (김과 박, 2002).

한국산 통가리과에 대하여 조선어류지 (Uchida, 1939)에서 이들의 형태, 발생, 분포, 생태 및 생활사에 대하여 기재된 바 있고, 계통분류학적 연구 (손, 1987)가 수행된 바 있으며, 통가리속 어류에 대한 연구로는 형태학적 비교 (손, 1981, 1988), 형태 및 단백질 전기영동상에 의한 비교 (손 등, 1984), 생태 (손과 주, 1988), 핵형 비교 (손과 이, 1989) 및 통사리에 대한 산란행동 및 초기생활사에 관한 연구 (서, 2005) 등이 있다. Truss dimension (Strauss and Bookstein, 1982)와 classical dimension (Hubbs and Lagler, 1947)는 어류체형 파악에 사용되며, truss dimension은 기능적 단위나 외형구분에 선택된 해부학적 표시들 간의 분류학적인 측정거리이다 (Strauss and Bond, 1990). 또한, truss dimension은 체폭과 어류 길이의 측에 연관된 길이를 포함하며, 계군간의 구별시는 classical dimension에 비해 이론적으로 체형 분석에 우수하다고 보고된 바 있다 (Humphries *et al.*, 1981; Strauss and Bookstein, 1982; Winans, 1984; Currens *et al.*, 1989).

본 연구는 비록 한국산 통가리과 어류를 대상으로 한 관련·비교 연구들이 다수는 이루어 졌으나, 어체 계측

형질에 주로 사용되는 truss dimension과 classical dimension의 병행 적용 (Park *et al.*, 2001a)에 의한 한국산 통가리과 어류에서의 종간 유의한 차이를 보이는 계측형질 파악을 본 연구의 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 채집 방법 및 관리

통사리, *Liobagus obesus*는 전주시 완산구 색장동에서 채집하였고, 통가리, *L. andersoni*는 경기도 연천군 군남면 진상리에서 채집하였다. 또한 자가사리, *L. mediadiposalis*는 강원도 양양군 남대천에서 투망 (망목 7×7 mm)과 반두 (망목 5×5 mm)를 이용하여 채집하였다. 채집된 종들을 한국해양대학교 수산유전육종학 연구실의 임해양식장으로 이동하여 순화시킨 후 사육·관리하였다. 각각의 어류는 사육수조에 수용후 실험시까지 90일 동안 사육하였으며, 사육시 사육수조의 용존산소는 5.0 mL/L 이상, pH는 6.8~7.6, 수온은 23.1±0.5°C를 유지하였다.

2. 계측형질 측정

실험에 사용된 통사리와 통가리, 자가사리 표본은 하루 전부터 먹이 공급을 중단 하였고 표본은 2005년 7월 8일에 실시하였다. 100 ppm 염산리도카인 (Lidocaine-HCl, 흥성제약, 한국)/1,000 ppm NaHCO₃ (Sigma, USA)으로 각 어종의 성체 20마리씩을 과도하게 마취 시켜 죽인 후 계측형질을 측정하였다. 계측형질은 버들치 *Rhynchocypris oxycephalus*를 대상으로 사용한 truss dimension과 classical dimension을 병행하여 계측에 사용하였다 (Park *et al.*, 2001b).

통사리와 통가리, 자가사리가 유사한 외형인 점을 고려하여, 박 등 (2004)의 방법에 따라, Fig. 1에서와 같이 자가사리 외형을 기준한 각 계측형질을 digital vernier caliper (Mitutoyo, Japan)로, 각 어종의 측면과 머리부분 배면에서 0.1 mm까지 측정하였다. 계측형질은 Fig. 1과 Table 1에서와 같이 23가지 계측형질이 사용되었고, 계측형질 중 체장 (Ls)을 포함한 HALOP, HALAV, HPLAA, HWOP는 horizontal distance로 나타내었고, 이들 계측형질을 제외한 모든 형질은 direct distance로 나타내었다.

3. 통계분석

자가사리, 통가리 그리고 통사리에서 측정된 각 계측

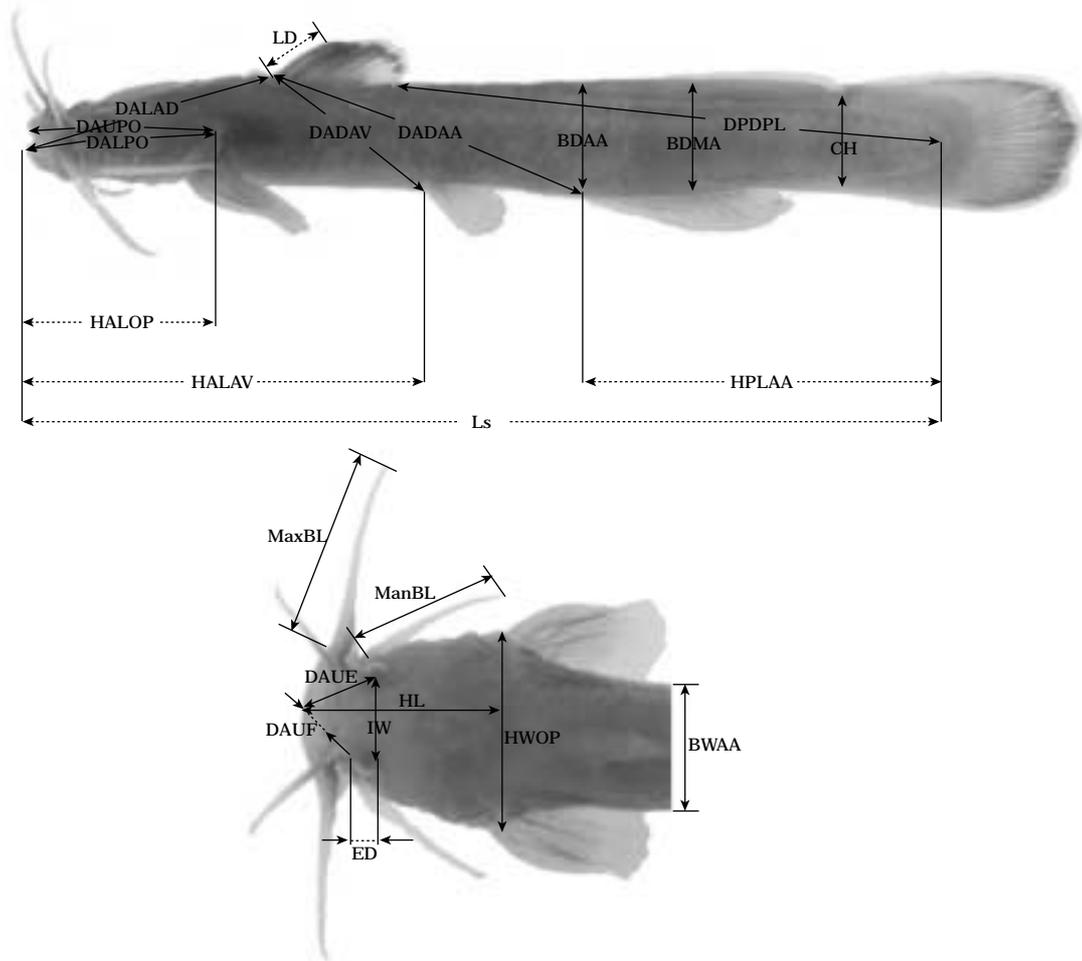


Fig. 1. Morphometric measurements between each landmarks for Amblycipitidae used in this study. Upper: lateral view of whole body; Lower: dorsal view of head part.

형질은 arc sin square root 전환 후, DALAD, DPDPL, HPLAA, HALAV, HALOP, DALPO, DAUPO, DADOP, DADAV, DADAA, MaxBL, ManBL, ED, LD, CH, BDAA, BDMA, BWAA 및 HWOP는 Ls에 대한 상대치 (%)로서 분석 하였으며, DAUF, IW 및 DAUE는 HL에 대한 상대치 (%)로 분석하였다 (Park *et al.*, 2001a, b). 각 parameter에 대한 유의성 검증을 위해 one-way analysis of variance (ANOVA)를 실시하였으며, Sidak pairwise test를 사용하여 다중 비교를 하였다. 통계자료의 유의성 파악을 위해 P-value을 0.05 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

실험시 사용된 통사리, *Liobagrus obesus*는 평균 전장과 평균 체중이 각각 8.65 ± 0.101 cm, 16.5 ± 0.97 g이였

으며, 통가리, *L. andersoni*의 경우 평균 전장과 평균 체중이 각각 9.69 ± 0.696 cm, 17.5 ± 4.67 g이였고, 자가사리, *L. mediadiposalis*의 경우 평균 전장과 평균 체중이 각각 5.71 ± 0.874 cm, 2.3 ± 0.95 g이었다. Truss dimension과 classical dimension을 병행하여 통가리와 통사리, 자가사리에서의 체장에 대한 각 계측형질과 이들을 서로 비교한 결과는 Table 2와 같다.

통사리와 통가리 및 자가사리가 유사하게 나타난 계측형질은 DPDPL/Ls, HALAV/Ls, DALPO/Ls, MaxBL/Ls, ManBL/Ls 및 DAUF/HL이였으며, 통사리가 통가리와 자가사리에 비해 유의적으로 ($P < 0.05$) 크게 나타난 계측형질은 DALAD/Ls, DAUPO/Ls, LD/Ls 및 IW/Ls이었다. 통사리와 통가리가 자가사리에 비해 크게 나타난 계측형질은 DADAA/Ls, BDMA/Ls 및 HWOP/Ls이였으며, 자가사리가 통가리와 통사리에 비해 크게 나타난 계측형질은 HPLAA/Ls, HALOP/Ls 및 ED/Ls이었다. 통사

Table 1. Dimension of body shape for *Liobagrus mediadiposalis*, *L. andersoni* and *L. obesus*

	Standard length	Ls
Direct distance between the anterior edge of the lower lip and the anterior insertion of the dorsal fin		DALAD
Direct distance between the posterior insertion of the dorsal fin and the most posterior in lateral line		DPDPL
Horizontal distance between the most posterior in lateral line and the anterior insertion of the anal fin		HPLAA
Horizontal distance between the anterior edge of the lower lip and the anterior insertion of the ventral fin		HALAV
Horizontal distance between the anterior edge of the lower lip and the origin of the pectoral fin		HALOP
Direct distance between the anterior edge of the lower lip and the most posterior aspect of operculum		DALPO
Direct distance between the anterior edge of the upper lip and the most posterior aspect of operculum		DAUPO
Direct distance between the anterior insertion of the dorsal fin and the anterior insertion of the ventral fin		DADAV
Direct distance between the anterior insertion of the dorsal fin and the anterior insertion of the anal fin		DADAA
Maxilla barbel length		MaxBL
Mandible barbel length		MamBL
Head length between the anterior edge of the upper lip and the midpoint of head width		HL
Eye diameter		ED
Length of the dorsal fin		LD
Caudal peduncel height		CH
Body depth at the anterior insertion of the anal fin		BDAA
Body depth at the midpoint of the anal fin base		BDMA
Body width at the anterior insertion of the anal fin		BWAA
Head width between the origin of the pectoral fins		HWOP
Direct distance between the anterior edge of the upper lip and the first nostril		DAUF
Interorbital width		IW
Direct distance between the anterior edge of the upper lip and the eye		DAUE

Table 2. Morphometric dimensions of Amblycipitidae in Korea observed by classical and truss dimension

Morphometric dimension	<i>Liobagrus mediadiposalis</i> (%)	<i>L. andersoni</i> (%)	<i>L. obesus</i> (%)
DPDPL/Ls	63.2 ^a ±6.02	62.8 ^a ±2.09	62.0 ^a ±5.60
HALAV/Ls	42.2 ^a ±0.97	45.9 ^a ±1.29	46.6 ^a ±3.28
DALPO/Ls	21.5 ^a ±0.93	21.3 ^a ±2.61	21.3 ^a ±2.61
MaxBL/Ls	17.2 ^a ±1.50	17.7 ^a ±3.06	19.8 ^a ±5.20
ManBL/Ls	16.7 ^a ±1.55	16.8 ^a ±1.78	17.9 ^a ±3.16
DAUF/HL	16.6 ^a ±5.12	13.0 ^a ±1.90	14.9 ^a ±2.16
DALAD/Ls	31.1 ^a ±4.65	31.7 ^a ±2.72	35.5 ^b ±0.63
DAUPO/Ls	20.9 ^a ±0.63	21.5 ^a ±1.59	22.6 ^b ±1.80
LD/Ls	15.8 ^a ±1.15	15.8 ^a ±1.78	17.5 ^b ±2.10
IW/HL	42.6 ^a ±7.62	39.8 ^a ±1.91	49.7 ^b ±5.16
DADAA/Ls	21.4 ^a ±2.36	26.6 ^b ±1.58	30.3 ^b ±0.76
BDMA/Ls	13.0 ^a ±1.19	16.1 ^b ±1.85	16.3 ^b ±0.86
HWOP/Ls	18.3 ^a ±0.76	21.5 ^b ±1.27	23.4 ^b ±1.39
HPLAA/Ls	48.1 ^b ±6.00	42.0 ^a ±3.37	42.4 ^a ±2.36
HALOP/Ls	21.6 ^b ±2.66	18.9 ^a ±1.77	17.7 ^a ±1.15
ED/Ls	2.9 ^b ±0.23	2.0 ^a ±0.29	2.4 ^a ±0.45
DAUE/HL	42.5 ^b ±6.51	34.0 ^a ±3.28	40.0 ^b ±2.28
DADAV/Ls	19.5 ^a ±2.33	25.4 ^b ±1.90	29.9 ^c ±1.86
BDAA/Ls	12.3 ^a ±0.49	16.1 ^b ±2.00	19.7 ^c ±0.69
BWAA/Ls	10.5 ^a ±1.09	13.7 ^b ±1.16	15.6 ^c ±0.59
CH/Ls	11.4 ^a ±1.57	14.9 ^c ±0.85	13.4 ^b ±0.71

The value are means±SD (n=20) of duplicated groups. Means in columns with a same superscript letter are not significantly different ($P>0.05$).

리와 자가사리가 통가리에 비해 크게 나타난 계측형질은 DAUE/Ls이었다. 자가사리, 통가리 및 통사리 순으로 순차적으로 크게 나타난 계측형질은 DADAV/Ls, BDAA/Ls 및 BWAA/Ls 이었으며, 통가리, 통사리 그리고 자가사리 순으로 나타난 계측형질은 CH/Ls이었다 ($P<0.05$).

Classical dimension의 계측형질 중 자가사리와 통가리에 비해 크게 나타난 통사리의 계측형질은 DALAD/Ls, DALPO/Ls 및 DAUPO/Ls이었고, 자가사리가 통가리와 통사리에 비해 크게 나타난 계측형질 항목은 HPLAA/Ls와 HALOP/Ls이었고, 통가리가 통사리와 자가사리에 비해 크게 나타난 classical dimension 항목은 없었다. 현재까지 30년 이상에 걸쳐 classical dimension 이 대부분의 어체 계측형질 연구에 사용되고 있으며, 이러한 classical dimension은 어체의 길이, 체폭 및 체고 파악에 필요한 형질에 집중되고 있으며, 꼬리부위, 머리 부위를 포함하는 어체 앞, 뒤의 체측을 기준으로 하여 주로 연구되고 있다 (Strauss and Bond, 1990; Park *et al.*, 2001b; Park *et al.*, 2003). 본 연구 결과 통사리는 통가리와 자가사리에 비해 classical dimension 즉, 체측을 기준으로 한 어체 길이 항목들 중 두부 측정 항목에서 유의적인 큰 수치를 보였다.

자가사리와 통가리에 비해 크게 나타난 통사리의 계측형질 중 truss dimension은 DADAV/Ls, DADAA/Ls,



Fig. 2. External morphology of (a) *Liobagrus mediadiposalis*, (b) *L. andersoni* and (c) *L. obesus*. Bars: a=1 cm; b, c=2 cm.

BDAA/Ls, BDMA/Ls, HWOP/Ls, IW/HL 및 DAUE/HL 이었고, 이 중 IW/HL는 통가리와 자가사리가 유사한 반면, 이들보다 통가리가 크게 나타났다. 통가리가 자가사리와 통사리에 비해 크게 나타난 계측형질은 CH/Ls 및 BWAA/Ls이었고, DAUE/HL은 자가사리와 통사리가 비슷한 반면, 통가리가 작았다. Truss dimension은 어체를 기능적인 단위로 구분하여 부분적인 외형을 조사하는 계측형질 파악의 한 방법으로서 (Strauss and Bond, 1990), classical dimension으로의 계측형질 파악시 미비한 수직형 계측형질을 보완하게 한다. 이는 어체형과 어체 윤곽을 교차형으로 계측하며, network 형식으로 어체 계측형질을 파악한다 (Park et al., 2001b).

DADAV/Ls, BDAA/Ls 및 HWOP/Ls의 결과로 각 종을 비교하였을 때, 통사리가 어체 몸통과 어체 몸통에서 연결되는 뒷지느러미 시작 부위의 체고가 가장 높고 자가사리가 가장 낮은 체고 및 이와 연관된 외형을 보여주고 있으며 (Fig. 2), 또한 두부의 폭이 통가리와 통사리에

비해 자가사리가 작았다. 한편, DADAA/Ls는 자가사리와 통가리가 유사한 반면 이에 비해 통사리가 크고, BDMA/Ls는 통사리와 통가리가 유사한 반면 자가사리가 작았다. 이 결과로 인해 자가사리와 통가리에 비해 등지느러미 부위의 체고가 통가리가 높고, 자가사리는 등지느러미부터 꼬리지느러미까지의 체고가 통사리와 통가리에 비해 낮은 외형을 보였다 (Fig. 2).

이와 같은 truss dimension은 버들치 *Rhynchoypris oxycephalus*에서 기아와 포식시의 계측형질 파악에 적용된 바 있다 (Park et al., 2001b). 이때, 몸통 부위 및 몸통 뒷 부위에서부터 꼬리 부위까지가 변화하였는 바 이는 버들치 서식환경 차이에 따른 상이한 먹이 공급 여부를 파악할 수 있었고, 역으로 버들치 기아와 포식 실험 시에도 두부 아래 부위의 불변함은 버들치속 (*Rhynchoypris*) 분류의 지표로 사용될 수 있음이 보고된 바 있다 (Park et al., 2001b). 또한 박 등 (2004)은 미유기, *Silurus microdosalis*는 메기, *S. asotus*에 비해 3가지의 truss

dimension 계측형질에서 크게 차이를 나타낸다고 보고 하였는데, 이러한 truss dimension이 한국산 메기과 어류 구별의 적절한 분류학적 지표가 될 수 있음을 시사한 바 있다.

통사리와 통가리, 자가사리에서 유의한 차이를 보이지 않은 DPDPL/Ls (등지느러미 끝에서 꼬리지느러미 시작까지의 길이), HALAV/Ls (배지느러미 시작부터 꼬리지느러미 시작까지의 길이) 및 DAUF/Ls (상악 주둥치에서 비공까지의 거리)는 이들 통가리과 (Amblycipitidae) 어류가 자갈이 많은 하천에서 서식하는 서식환경에 의해 기인된 것 (김과 박, 2002)으로 사료되며, MaxBL/Ls과 ManBL/Ls 즉, 상악과 하악의 수염길이는 자연 상태에서도 절단되어 짧게 나타날 수 있는 동시에 재생될 수 있는 특성이 있어 (Sato and Katagiri, 1966), 안정적으로 파악될 수 있는 계측형질로는 부적당한 형질로 인식된다.

본 연구에서 classical dimension과 truss dimension을 계측한 결과 자가사리는 통가리와 통사리에 비해 머리가 작고 체고가 낮으며, 통사리가 체고가 높고 두장이 크게 나타났다. 본 연구 결과의 통사리에서 다른 두 종에 비하여 큰 머리는 손 (1988)이 통사리에서의 높은 두 폭으로도 보고한 바 있다. 자가사리는 상류의 자갈이나 바위가 많은 곳에 서식하며, 통가리는 자갈이 많은 중·상류에 서식하고, 통사리는 자갈이 많고 유속이 다소 완만한 곳에서 서식하는 (김과 박, 2002) 각각 다른 서식환경에서 기인된 것으로 먹이 섭이와 하천의 유속에 적응하기 위한 것으로 가장 상류에 서식하는 자가사리가 머리가 작고 체고가 낮으며 유속이 완만한 중류에 서식하는 통사리가 체고가 높고 두장이 큰 것으로 사료된다. 본 연구 결과와 유사하게, 통사리가 유속이 완만한 서식환경과 연관되어 적응된 결과로 손 (1988)은 통사리에서의 높은 체고, 높은 체폭과 아울러 짧고 굵은 형태를 지칭한 바 있다.

본 연구 결과 파악된 통사리와 통가리, 자가사리에서의 차이나는 계측형질은 차후, 우리나라 고유어종인 통가리과 어류의 분류 차원에서 유용할 것이라 사료된다. 어류는 서식 환경 특히, 먹이 공급에 따른 영양 상태나 기아에 따라서 변화할 수 있는 계측형질이 있음을 고려하여 (Park et al., 2001b; 박 등, 2002), 차후 먹이 및 여타 환경 변이 조절에 의하여도 변하지 않는 계측형질에 대한 면밀한 파악이 있어야 할 것으로 사료된다.

적 요

한국의 통가리과 어류 3종의 형태학적 특성을 classi-

cal dimension과 truss dimension을 사용하여 파악하였다. Arc sin square root 전환 후, 18가지의 계측형질을 체장에 대한 비율로, 그리고 3가지의 계측형질은 두장에 대한 비율로 각각 분석하였다. 통사리, *Liobagrus obesus*는 classical dimension과 truss dimension의 4가지 계측형질이 통가리, *L. andersoni*와 자가사리, *L. mediadiposalisa*에 비하여 컸다 ($P < 0.05$). 통사리와 통가리는 truss dimension의 3가지 계측형질이 자가사리보다 컸다 ($P < 0.05$). 조사된 통가리과 어류의 6가지 계측형질에서는 유의적인 차이가 없었다. 본 연구에 사용된 dimension들은 한국산 통가리과 어류들을 구별할 수 있는 적절한 분류학적 지표로 사용될 수 있으리라 사료된다.

사 사

본 연구는 2004년도 한국학술진흥재단 지원인 “2004년도 한국해양대학교 해양과학기술연구소 중점연구소 지원사업 (KRF-2006-005-J00501)”에 의하여 수행되었습니다. 본 논문을 세밀하게 지적·수정하여, 논문의 질을 향상시킨 익명의 심사자들에게 감사드립니다.

인 용 문 헌

- Currens, K.P., C.S. Sharpe. R. Hjort, C.B. SCjreck and H.W. Li. 1989. Effect of different feeding regimes on the morphometrics of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawtscha*) and rainbow trout (*O. mykiss*). *Copeia*, 3 : 689~695.
- Hubbs, C.L. and F.K. Lagler. 1947. Fishes of the Great Lakes Region. Crambrook Instit. Sci. Bull., 26 : 186.
- Humphries, J.M., F.L. Brookstein, B. Chernoff, G.R. Smith, R.L. Elder and S.C. Poss. 1981. Multivariate discrimination by shape in relation to size. *Syst. Zool.*, 30 : 291~308.
- Jayram, K.C. 1878. Sitzungs, Gesellsch, Naturforsh, Freund. Berlin, pp. 115 (cited from Okada, Y., 1959).
- Lee, C.L. and I.S. Kim. 1990. A taxonomic revision of the family bagridae (Pisces, Siluriformes) from Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 2 : 117~137.
- Moyle, P.B. and J.J. Cech. 1982. Fishes. Prentice-Hall, pp. 3~8 and pp. 383~388.
- Neff, K.C. 1987. Staining amphibian peripheral nerves with sudan black B: progressive vs. regressive methods. *Copeia*, 1987 : 489~491.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the World, 3rd ed.. John Wiley & Sones, New York, pp. 550.

- Park, I.S., C.I. Zhang and Y.D. Lee. 2001a. Sexual dimorphism in morphometric characteristics of cocktail wrasse. *J. Fish Biol.*, 58 : 1746~1749.
- Park, I.S., J.H. Im, D.K. Ryu, Y.K. Nam and D.S. Kim. 2001b. Effect of starvation on morphometric changes in *Rhynchocypris oxycephalus* (Sauvage and Dabry). *J. Appl. Ichthyol.*, 17 : 277~281.
- Park, I.S., Y.K. Nam, S.E. Douglas, S.C. Johnson and D.S. Kim. 2003. Genetic characterization morphometrics and gonad development of induced interspecific hybrids between yellowtail flounder, *Pleuronectes ferrugineus* (Storer) and winter flounder, *Pleuronectes americanus* (Walbaum). *Aquacult. Res.*, 34 : 389~396.
- Poss, S.G. and R.R. Miller. 1983. Taxonomic status of the plains killfish, *Fundulus zebrinus*. *Copeia*, 1983 : 55~67.
- Quellette, R.P. and S.V. Qadri. 1968. The discriminatory power of taxonomic characteristics in separating salmonid fishes. *Cyst. Zool.*, 17 : 70~75.
- Satō, M and Y. Katagiri. 1966. Regeneration of the mandibular barbels of the fry of the catfish, *Parasilurus asotus*, and comparison of histological structure of the mandibular barbels of three catfishes inhabiting Lake Biwa. *Jap. J. Ichthyol.*, 13 : 169~175.
- Strauss, R.E. 1986. Natural hybrids of the freshwater sculpins *Cottus bairdi* and *Cottus congnatus* (Pisces: Cottidae): electrophoretic and morphometric evidence. *Amer. Mid. Net.*, 115 : 85~105.
- Strauss, R.E. and C.E. Bond. 1990. Taxonomic methods, morphology. In: Scheck, C.B. and Moyle, P.B. (eds.), *Methods for Fish Biology*. Amer. Fish. Soc., Bethesda, Maryland, pp. 125~130.
- Strauss, R.E. and F.L. Bookstein. 1982. The Truss: body from reconstructions in morphometrics. *Syst. Zool.*, 31 : 113~135.
- Taylor, E.B. and J.D. McPhail. 1985. Variation in burst and prolonged swimming performance among British Columbia populations of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42 : 2029~2033.
- Taylor, J.N., D.B. Snyder and W.R. Countenay, Jr. 1986. Hybridization between two introduced, substrate-spawning tilapias (Pisces; Cichlidae) in Florida. *Copeia* (1986) : 903~909.
- Uchida, K. 1939. The Fishes of Korea. Bulletin of the fisheries experiment station of the Government-General of Korea, Pusan, pp. 458 (in Japanese).
- Winans, G.A. 1984. Multivariate morphometric variability in Pacific salmon: technical demonstration. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41 : 1150~1159.
- Winans, G.A. 1985. Geographic variation in the milkfish (*Chanos chanos*). II. Multivariate morphological evidence. *Copeia*, 1985 : 890~898.
- 김익수 · 박종영. 2002. 한국의 민물고기. 교학사, 서울, pp. 252~259.
- 박인석 · 임재현 · 정창화 · 노재구 · 김윤혜 · 이영호. 2002. 기아시 버들치 *Rhynchocypris oxycephalus* (Sauvage and Dabry)의 일부 영양조건에서의 효과. 2. 체절단면 계측형질의 변화. *한국어류학회지*, 14 : 11~18.
- 박인석 · 임재현 · 허준욱. 2004. 한국의 메기과 (Siluridae) 어류 계측형질 특징. *한국어류학회지*, 16 : 223~228.
- 서원일. 2005. 통가리, *Liobagrus obesus*의 산란습성 및 초기 생활사. 여수대학교 석사학위논문, pp. 37.
- 손영목. 1981. 한국산 *Liobagrus*속 어류의 형태학적 비교 연구. 중앙대학교 석사학위논문, pp. 35.
- 손영목. 1987. 한국산 통가리과 어류의 계통분류학적 연구. 중앙대학교 박사학위논문, pp. 81.
- 손영목. 1988. 한국산 통가리과 어류의 형태적 형질에 관하여. *기초과학연구논총*, 1 : 13~27.
- 손영목 · 김익수 · 주일영. 1984. 한국산 통가리속 어류의 1신종 통사리 (*Liobagrus obesus*)에 관하여. *한국육수학회지*, 20 : 21~29.
- 손영목 · 이지현. 1989. 한국산 통가리속 어류의 핵형 비교. *한국어류학회지*, 1 : 64~72.
- 손영목 · 주일영. 1988. 한국산 통가리속 (genus *Liobagrus*) 어류의 생태. *한국육수학회지*, 21 : 243~251.

Received: June 24, 2006
Accepted: August 7, 2006