

# 한국산 *Cobitis*속 어류(Pisces: Cobitidae)의 계통분류학적 연구 II. 왕종개(*Cobitis longicarpus*)의 지리적 변이

박병상 · 김재흠 · 김종범 · 양서영

인하대학교 생물학과

한국 특산종 *C. longicarpus*의 지리적 변이를 조사하고자 discriminant function 분석에 의한 형태적 변이 그리고 전기영동법에 의한 유전적 변이를 전국적으로 조사하였다. 11개 집단 discriminant function 분석결과 11개 집단은 형태적으로 뚜렷한 차이 없이 유사하였다. 13개 집단의 유전적 변이를 조사한 결과는 13개 집단 평균  $\bar{A} = 1.37$ ,  $\bar{P} = 29.96\%$ ,  $H_D = 0.076$  및  $H_G = 0.083$ 으로 일반적인 담수어류의 종내 집단 간 평균 유전적 변이정도보다 다소 높게 나타났다. 평균 유전적 근연치는  $\bar{S} = 0.88$ 으로 타 어종의 일반적인 집단 및 유전적 근연도와 유사하였다.

**KEY WORDS:** *C. longicarpus*, Geographic variation, Morphometric, Electrophoresis, Korea

*C. longicarpus*(왕종개)는 과거 *C. taenia*로 동정되었으나(Uchida, 1939; Mori, 1952; Chung, 1977) Kim 등(1976)은 섬진강 일부 지역의 개체에서 체측반문과 골질반이 기존의 *C. taenia*와 현저히 구별되는 것을 발견하고 이를 별종으로 기재한 한국 특산종이다.

*C. longicarpus*의 분포는 신종 기재시 섬진강 유역으로 보고하였으나(Kim et al., 1976) 섬진강 이외에 동해안과 남해안에 유입되는 하천 및 도서지방 일부에도 서식 분포함이 밝혀졌다(Jeon, 1980, 1983; Choi et al., 1984).

본 연구는 한국산 *Cobitis*속 어류의 전반적인 계통분류 및 종분화 과정을 조사하는 연구의 일환으로 *C. longicarpus*의 지리적 변이를 조사하고자 다변량분석(multivariate discriminant function analysis)에 의한 형태적 변이 그리고 전기영동법을 이용한 유전적 변이 조사를 실시하여 *C. longicarpus*의 지리적 변이를 구명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

실험 재료로는 동해안 및 남해안에 유입되는 하천과 도서지방에서 13개 집단을 선정(Jeon, 1983) 그 중 형태 측정용으로 11개 집단 536개체, 전기영동용으로 13개 집단 234개체, 총 770개체를 1985년 7월 10일부터 1985년 9월 12일까지 채집하여 사용하였다(Table 1, Fig. 1).

채집, 형태측정 및 분석, 그리고 전기영동 및 유전자 분석은 Yang 등(1989)의 방법에 따랐으며, 전기영동 조건은 Table 2와 같다.

## 결과 및 고찰

### 1. 형태적 변이

Yang 등(1989)의 방법에 따라 어체 11개 부위의 측정치로 얻은 19개의 형태형질과 척추골수의 조사 결과는 Table 3과 같다. 19개 계측형질 중 4개 형질, 즉 회야강, 사천천 및 화개천 집단의 SL/HL, 죽천천 및 삼산천 집단의 SL/BD, 죽천천 집단의 SL/CpD, 그리고 화개천 집단의 SL/OV는 나머지 집단에 비하여 측정치의 차이가 있었으나 차이정도가 분류학적으로 유의하지 않

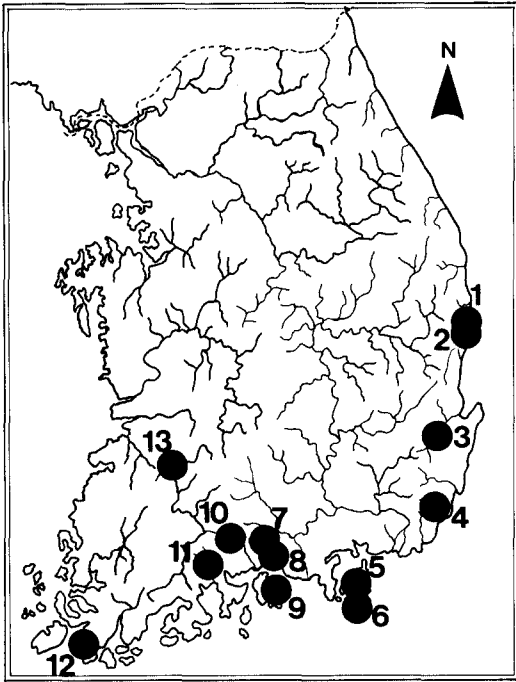
본 연구는 한국과학재단의 연구비 지원(1984-1987)에 의한 것임.

**Table 1.** Collecting localities, date, and number of specimens of *C. longicarpus* for morphometric and electrophoretic analysis.

Collection locality	Collection date	Morphology	Electrophoresis
1. Songnae-ri, Pyonggog-myon, Yongdog-gun, Kyongsangbug-do (Songchon stream)	Aug. 29, 1985	97	20
2. Togog-ri, Chusan-myon, Yongog-gun, Kyongsangbug-do (Chugsan stream)	Aug. 29, 1985	65	20
3. Tapjong-dong, Kyongju-shi, Kyongsagbug-do (Hyongsan river)	July 28, 1985	66	20
4. Obog-ri, Unbong-myon, Ulju-gun, Kyongsangnam-do (Hoeya river)	July 28, 1985	8	20
5. Kohyon-ri, Sinhyon-up, Koje-gun, Kyongsangnam-do (Kohyon stream)	July 27, 1985		10
6. Kuchon-ri, Dongbu-myon, Koje-gun, Kyongsangnam-do (Kuchon stream)	July 27, 1985		4
7. Yongdong-ri, Sachon-up, Sachon-gun, Kyongsangnam-do (Sachon stream)	July 25, 1985	19	20
8. Chugchon-ri, Sanam-myon, Sachon-gun, Kyongsangnam-do (Chugchon stream)	July 25, 1985	43	20
9. Dongchon-ri, Samdong-myon, Namhae-gun, Kyongsangnam-do (Dongchon stream)	July 24, 1985	40	20
10. Tap-ri, Hwagae-myon, Hadong-gun, Kyongsangnam-do (Hwagae stream)	July 10, 1985	4	20
11. Towol-ri, Sangsa-myon, Sungju-gun, Chollanam-do (Eesa stream)	July 23, 1985	29	20
12. Sinhung-ri, Samsan-myon, Haenam-gun, Chollanam-do (Samsan stream)	July 22, 1985	19	20
13. Maejug-ri, Sannae-myon, Chongup-gun, Chollanam-do (Somjin river)	Sep. 12, 1985	146	20
Total		536	234

**Table 2.** Buffer systems and stains for electrophoresis of *C. longicarpus*.

Buffer	Isozyme	Volt	Time (hr)
Continuous tris citrate II (TC II, pH: 8.2)	$\alpha$ Glycerophosphate dehydrogenase ( $\alpha$ Gpd)	100	3
	Lactate dehydrogenase ( <i>Ldh-1, 2</i> )		
	Malate dehydrogenase ( <i>Mdh-1, 2</i> )		
	Sorbitol dehydrogenase ( <i>Sdh</i> )		
	Phosphoglucomutase ( <i>Pgm</i> )		
Discontinuous tris citrate (Poulik, pH: 8.2)	Phosphoglucose isomerase ( <i>Pgi-1, 2</i> )	250	3
Lithium hydroxide (LiOH, pH: 8.1)	Glutamate oxaloacetate transaminase ( <i>Got-1, 2</i> )	250	3
	Esterase ( <i>Est</i> )		
	General protein ( <i>Gp-1, 2, 3</i> )		
Tris maleic EDTA (TM, pH: 7.4)	Fumerase ( <i>Fum</i> )	100	4
	6Phosphogluconate dehydrogenase ( <i>6Pgd-1, 2</i> )		

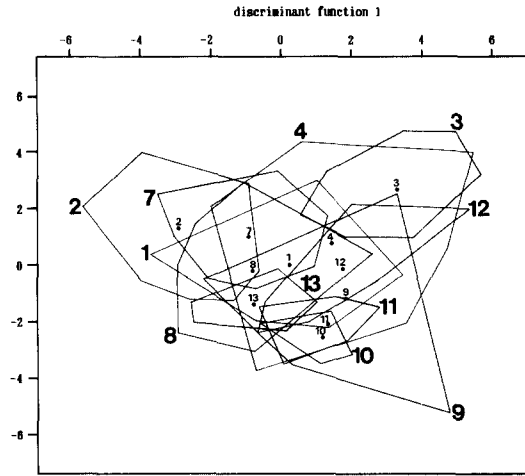


**Fig. 1.** Map of the sample localities of *C. longicarpus*. 1: Yongdog, Songchon stream; 2: Yongdog, Chugsan stream; 3: Kyongju, Hyongsan river; 4: Ulju, Hoeya river; 5: Koje, Kucheon stream; 6: Koje, Kohyon stream; 7: Sachon, Sachon stream; 8: Sachon, Chugchon stream; 9: Namhae, Dongchon stream; 10: Hadong, Hwagae stream; 11: Sungju, Eesa stream; 12: Haenam, Samsan stream; 13: Chongup, Somjin river.

았다. 나머지 15개 계측형질 및 척추골수는 조사된 11개 집단에서 유의한 차이를 볼 수 없었다.

Table 3의 값을 이용 Sneath와 Sokal(1973)의 방법에 따라 discriminant function 분석을 실시한 결과는 Table 4와 같다. Table 4에서 변이정도가 가장 큰 function 1과 function 2의 값을 이용하여 집단 별로 조사된 전 개체를 평면좌표상에 나타낸 결과 Fig. 2에서 보는 바와 같이 11개 집단은 좌표상에 서로 중복되어 나타나 유의한 차이가 없었다.

Kim(1981)은 동해안으로 유입되는 하천에 서식하는 *C. longicarpus* 집단에서 제일체측반분이 타 지역 집단보다 흐리고, 골질반이 가는 것을 발견하고, 이를 서식환경 차이에 의한 형태변이로 주장한 바 있고 Kim 등(1991)은 동해안의 *C. longicarpus* 집단은 제일체측반분과 골질반의 차이가 아



**Fig. 2.** Plot of the first and second discriminant functions for 12 populations of *C. longicarpus*. 1: Songchon stream, 2: Chugsan river, 3: Hyongsan river, 4: Hoeya river, 7: Sachon stream, 8: Chugchon stream, 9: Dongchon stream, 10: Hwagae stream, 11: Eesa stream, 12: Samsan stream, 13: Somjin river.

종 수준임을 보고한 바 있다. 이상으로 볼 때 *C. longicarpus*는 제일체측반분과 골질반의 차이 이외에 집단 간 체형의 차이를 찾아 볼 수 없었다.

**2. 유전적 변이**

전국 13개 집단, 총 254개체 (Table 1, Fig. 1)를 Table 2와 같이 전기영동한 결과 11개 효소 및 비효소 단백질에서 19개의 유전자를 검출하여 집단 별 대립인자 빈도를 구한 결과는 Table 5와 같다.

총 19개 유전자 중 *Gp-1*, *Gp-2*, *Gp-3*, *Ldh-1*, *Sdh-1*, 및 *Sdh-2*의 6개 유전자(32%)는 14개 집단 공히 동일한 대립인자로 변이가 없었으나 나머지 13개 유전자에서 변이가 있었다. 변이가 있는 유전자 중 *Ldh-2*는 죽천천 집단 이외에는 변이가 없었으며, *Got-1*, *Cot-2*, *Mdh-1*, *Pgi-1*, 및 *Pgm* 유전자는 비교적 변이가 적었다. *Est*, *a Gpd*, *6Pgd-1*, 및 *Pgi-1*의 4개 유전자(21%)는 4개 이상 대립인자로 그 변이가 컸으며 각 집단 간 대립인자빈도의 차이가 컸다. *6Pgd-2*는 대부분의 집단이 *6Pgd-2<sup>a</sup>* 대립인자가 90% 이상이었으나 사천천 집단이 *6Pgd-2<sup>b</sup>* = 0.95, 죽천천 집단이 *6Pgd-2<sup>b</sup>*

Table 3. Body proportions of *C. longicarpus*. Values represent the mean  $\pm$  one standard deviation.

	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
SL/HL	4.78 $\pm .26$	4.49 $\pm .18$	4.63 $\pm .26$	5.24 $\pm .15$	5.34 $\pm .18$	4.67 $\pm .17$	4.73 $\pm .31$	5.33 $\pm .13$	4.55 $\pm .18$	4.79 $\pm .12$	4.84 $\pm .30$
SL/OD	1.80 $\pm .04$	1.80 $\pm .07$	1.88 $\pm .09$	1.79 $\pm .03$	1.79 $\pm .04$	1.77 $\pm .06$	1.82 $\pm .06$	1.79 $\pm .06$	1.80 $\pm .06$	1.77 $\pm .05$	1.82 $\pm .06$
SL/BD	7.36 $\pm .42$	7.39 $\pm .52$	7.25 $\pm .51$	7.22 $\pm .21$	7.39 $\pm .48$	6.49 $\pm .49$	7.75 $\pm .61$	7.60 $\pm .30$	7.39 $\pm .53$	6.81 $\pm .31$	7.45 $\pm .63$
SL/CpD	11.29 $\pm .87$	10.64 $\pm .67$	11.28 $\pm .72$	11.86 $\pm .54$	11.94 $\pm .86$	9.62 $\pm .47$	10.32 $\pm .65$	11.26 $\pm .62$	10.53 $\pm .68$	11.26 $\pm .74$	10.71 $\pm .91$
SL/CpL	6.54 $\pm .46$	6.25 $\pm .48$	6.29 $\pm .44$	6.72 $\pm .38$	7.60 $\pm .47$	7.33 $\pm .40$	7.17 $\pm .56$	6.88 $\pm .45$	6.67 $\pm .44$	7.87 $\pm .43$	6.57 $\pm .44$
SL/OA	1.26 $\pm .03$	1.24 $\pm .02$	1.24 $\pm .02$	1.27 $\pm .02$	1.24 $\pm .02$	1.22 $\pm .02$	1.23 $\pm .02$	1.24 $\pm .02$	1.23 $\pm .02$	1.24 $\pm .03$	1.26 $\pm .03$
SL/OV	1.75 $\pm .08$	1.72 $\pm .04$	1.71 $\pm .07$	1.73 $\pm .03$	1.75 $\pm .05$	1.71 $\pm .03$	1.67 $\pm .07$	1.83 $\pm .05$	1.72 $\pm .04$	1.70 $\pm .03$	1.74 $\pm .05$
SL/PV	2.79 $\pm .14$	2.68 $\pm .10$	3.00 $\pm .78$	2.65 $\pm .08$	2.72 $\pm .10$	2.65 $\pm .22$	2.69 $\pm .21$	2.84 $\pm .13$	2.90 $\pm .33$	2.76 $\pm .11$	2.70 $\pm .18$
SL/SnL	10.70 $\pm .68$	10.16 $\pm .55$	11.02 $\pm .80$	11.57 $\pm .62$	11.30 $\pm .36$	10.36 $\pm .48$	10.67 $\pm .83$	11.31 $\pm .67$	9.98 $\pm .75$	10.01 $\pm .44$	10.33 $\pm .89$
OD/HL	2.66 $\pm .15$	2.50 $\pm .12$	2.61 $\pm .17$	2.92 $\pm .10$	2.98 $\pm .12$	2.63 $\pm .11$	2.61 $\pm .16$	3.09 $\pm .29$	2.46 $\pm .37$	2.71 $\pm .10$	2.65 $\pm .23$
ED/HL	0.16 $\pm .02$	0.18 $\pm .01$	0.18 $\pm .02$	0.17 $\pm .01$	0.17 $\pm .02$	0.18 $\pm .01$	0.17 $\pm .02$	0.15 $\pm .02$	0.15 $\pm .02$	0.18 $\pm .01$	0.15 $\pm .02$
SnL/HL	0.45 $\pm .03$	0.44 $\pm .02$	0.42 $\pm .02$	0.45 $\pm .02$	0.47 $\pm .02$	0.45 $\pm .05$	0.44 $\pm .03$	0.48 $\pm .04$	0.47 $\pm .07$	0.48 $\pm .02$	0.47 $\pm .05$
CpD/HL	0.42 $\pm .05$	0.42 $\pm .03$	0.41 $\pm .03$	0.44 $\pm .03$	0.45 $\pm .03$	0.49 $\pm .03$	0.46 $\pm .03$	0.48 $\pm .02$	0.43 $\pm .03$	0.43 $\pm .03$	0.46 $\pm .04$
CpL/HL	0.73 $\pm .06$	0.72 $\pm .06$	0.74 $\pm .07$	0.78 $\pm .05$	0.70 $\pm .04$	0.64 $\pm .04$	0.66 $\pm .04$	0.78 $\pm .05$	0.69 $\pm .05$	0.61 $\pm .04$	0.74 $\pm .06$
ED/SnL	0.36 $\pm .04$	0.40 $\pm .04$	0.43 $\pm .04$	0.38 $\pm .03$	0.34 $\pm .02$	0.40 $\pm .04$	0.38 $\pm .06$	0.34 $\pm .05$	0.33 $\pm .06$	0.33 $\pm .02$	0.32 $\pm .05$
CpD/CpL	0.58 $\pm .05$	0.59 $\pm .05$	0.56 $\pm .05$	0.57 $\pm .05$	0.64 $\pm .04$	0.76 $\pm .05$	0.70 $\pm .06$	0.61 $\pm .06$	0.64 $\pm .05$	0.70 $\pm .06$	0.62 $\pm .06$
OD/BD	4.07 $\pm .26$	4.11 $\pm .32$	4.06 $\pm .36$	4.03 $\pm .15$	4.12 $\pm .29$	3.65 $\pm .29$	4.26 $\pm .35$	4.25 $\pm .18$	4.11 $\pm .33$	3.85 $\pm .16$	4.10 $\pm .36$
SnL/BD	0.69 $\pm .05$	0.73 $\pm .06$	0.66 $\pm .05$	0.63 $\pm .03$	0.65 $\pm .05$	0.62 $\pm .06$	0.73 $\pm .06$	0.64 $\pm .05$	0.76 $\pm .10$	0.68 $\pm .04$	0.73 $\pm .10$
BD/CpD	1.54 $\pm .11$	1.45 $\pm .10$	1.56 $\pm .09$	1.65 $\pm .10$	1.62 $\pm .14$	1.47 $\pm .10$	1.34 $\pm .09$	1.48 $\pm .06$	1.43 $\pm .07$	1.65 $\pm .09$	1.44 $\pm .10$
VTB	42.44 $\pm 1.30$	42.69 $\pm 1.04$	41.67 $\pm .87$	42.75 $\pm .89$	43.26 $\pm .81$	43.09 $\pm .72$	43.00 $\pm 1.28$	44.75 $\pm .96$	42.34 $\pm 1.47$	41.84 $\pm .69$	44.23 $\pm 1.57$

Table 4. Standardized canonical discriminant function coefficients of 11 populations of *C. longicarpus*.

Valuables	func. 1	func. 2	func. 3	func. 4	func. 5	func. 6	func. 7	func. 8	func. 9	func. 10
SL/HL	-.3759	-.9764	-.7197	-.5878	.6864	-.4854	-.8557	-.0812	-2.1367	-1.2575
SL/OD	-.0108	8.2071	.3979	-.3423	-.0184	-.4598	-.0154	.2782	.1023	.7296
SL/BD	.0093	-.6044	.0698	-.7037	-.0931	-.2667	.4252	-.3380	1.5003	.9713
SL/CpD	.5265	.5810	.4518	1.1602	.2268	1.3985	.9963	.0564	.2704	.6716
SL/CpL	.5716	.3946	-.4743	-.3660	-.8418	-.6094	.1960	.0810	.7310	-.1203
SL/OA	.0784	-.1168	-.0652	.0253	-.1696	-.1987	.8584	.3894	-.0103	-.0529
SL/OV	-.0081	-.0200	.0154	.5669	-.1387	-.1046	-.7800	-.3269	.0981	-.3639
SL/PV	-.1677	-.0502	-.1944	-.1970	.0336	.5576	-.0658	.2477	.3694	.4152
SL/SnL	-.1857	-.0828	-.2724	-.3062	.1949	.9931	.1314	-.2285	-.2046	-.1068
OD/HL	-.0246	-.0860	-.0323	-.0247	.2570	-.3160	.1834	-.1807	.7228	.0029
ED/HL	.1585	.0957	-.1326	.0704	-.2677	-.2611	.1160	.1700	.1474	.9272
SnL/HL	-.1377	-.1517	.2024	-.0627	-.0156	.1513	-.2765	-.1389	.8721	.0360
CpD/HL	.1032	-.0114	.0905	.0245	.1286	.2703	-.0120	.7066	.1723	1.8131
CpL/HL	.8918	1.2230	.3601	.7605	-.4557	.4865	1.0906	.1436	1.2882	-.0980
ED/SnL	-.2260	.7472	.0501	-.0265	.4797	-.3787	-.0542	.0982	-.1861	1.2642
CpD/CpL	1.2267	1.0393	.4582	.8826	.2214	1.1405	1.3701	-.1380	.4343	1.8324
OD/BD	-.0157	.3620	.3863	-.0500	-.1092	-.6715	-.5993	.7517	-.0330	-.5687
SnL/BD	.0762	.1914	-.2260	-.1551	-.0305	.5022	.2989	.5107	-.15549	.2348
BD/CpD	-.1473	-.1168	-.3976	-.1453	-.2122	-.3951	.2799	.8974	.1893	-.4019
VTB	.4742	-.1584	.3135	.3121	.2455	-.1300	.1971	.4003	.1178	
eigenvalue	1.8105	1.2819	.8884	.3218	.2662	.1334	.1166	.0821	.0366	.0116
% of variance	36.58	25.90	17.95	6.50	5.38	2.70	2.36	1.66	.74	.23



**Table 6.** Genetic variations of 13 populations of *C. longicorpus*.

locality	mean No. of alleles per locus (A)	% polymorphism per population (P)	mean heterozygosity per individual	
			(H <sub>D</sub> )	(H <sub>G</sub> )
1. Songchon stream	1.4	31.6	0.089	0.075
2. Chugsan stream	1.4	31.6	0.089	0.087
3. Hyongsan river	1.5	36.8	0.050	0.076
4. Hoeya river	1.4	31.6	0.069	0.071
5. Kohyun stream	1.2	15.8	0.053	0.055
6. Kuchon stream	1.4	36.8	0.184	0.143
7. Sachon stream	1.6	47.4	0.118	0.127
8. Chugchon stream	1.4	31.6	0.082	0.120
9. Dongchon stream	1.4	36.8	0.053	0.087
10. Hwagae stream	1.4	26.3	0.079	0.093
11. Eesa stream	1.1	5.3	0.003	0.012
12. Samsan stream	1.2	21.1	0.042	0.041
13. Somjin river	1.4	36.8	0.078	0.093

**Table 7.** Rogers' (1972) genetic similarity coefficients (S) among 13 populations of *C. longicorpus*.

Locality	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Songchon stream		0.96	0.93	0.92	0.92	0.88	0.85	0.87	0.84	0.84	0.92	0.91	0.84
2. Chugsan stream			0.93	0.90	0.93	0.85	0.88	0.88	0.87	0.87	0.94	0.89	0.86
3. Hyongsan river				0.96	0.92	0.87	0.86	0.85	0.85	0.87	0.91	0.92	0.85
4. Hoeya river					0.93	0.89	0.86	0.87	0.85	0.87	0.91	0.94	0.87
5. Kohyun stream						0.90	0.86	0.87	0.85	0.89	0.94	0.94	0.91
6. Kuchon stream							0.78	0.79	0.77	0.80	0.84	0.91	0.84
7. Sachon stream								0.90	0.87	0.86	0.87	0.82	0.87
8. Chugchon stream									0.89	0.86	0.91	0.82	0.91
9. Dongchon stream										0.92	0.89	0.80	0.89
10. Hwagae stream											0.87	0.84	0.90
11. Eesa stream												0.89	0.89
12. Samsan stream													0.89
13. Somjin river													

= 0.42로 타 집단과 큰 차이가 있었다.

유전자에 따라 한 집단에만 나타나는 빈도 10% 이하의 대립인자가 다수 발견되어 집단 간 유전자 이동이 없음을 알 수 있었다.

*C. longicorpus*의 각 집단의 유전적 변이정도는 Table 6과 같다. 이사천 집단이 A = 1.1, P = 5.3%, H<sub>D</sub> = 0.003, 및 H<sub>G</sub> = 0.012로 변이정도가 가장 낮은 반면 구천천 집단은 A = 1.4, P = 36.8%, H<sub>D</sub> = 0.184, 및 H<sub>G</sub> = 0.143, 사천천 집단은 A = 1.6, P = 47.4%, H<sub>D</sub> = 0.118, 및 H<sub>G</sub> = 0.127로 변이정도가 가장 컸다. 13개 집단의 평균 유전적 변이는  $\bar{A} = 1.37$ ,  $\bar{P} = 29.96\%$ ,

$\bar{H}_D = 0.076$ , 및  $\bar{H}_G = 0.083$ 으로 나타나 이는 타 담수어류의 일반적인 종내 집단 간 유전적 변이보다 다소 높았다(Selander, 1976; Yang, 1985; Min and Yang, 1986; Yang and Min, 1987).

Table 5의 대립인자 빈도를 이용하여 Rogers (1972)의 유전적 근연치(S)를 구한 결과(Table 7) 송천천 집단과 축산천 집단, 그리고 형산강 집단과 회야강 집단이 S = 0.96으로 근연관계가 가장 가까웠으며 구천천 집단과 동천천 집단이 S = 0.77로 근연관계가 가장 멀었다. 13개 집단의 평균 유전적 근연치는  $\bar{S} = 0.88$ 로 어류의 일반적인 종내 집단 간 근연정도와 대체로 유사하였다

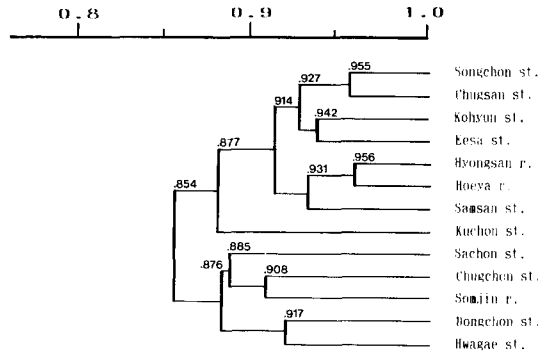


Fig. 3. Dendrogram of 13 populations of *C. longicarpus* 80based on Rogers' (1972) genetic similarity coefficients (S).

(Yang *et al.*, 1984, 1989; Yang, 1985; Min and Yang, 1985; Yang and Min, 1987).

Table 7의 유전적 근연치를 이용하여 BIOSYS program(Swofford and Selander, 1981)에 의한 dendrogram을 구한 결과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 13개 집단은 두 group으로 분리되었으나 두 group 사이의 평균근연치는  $\bar{S} = 0.854$ 로 두 group은 유전적으로 유사하였으며 두 group은 지리적으로 구별되지 않을 뿐 아니라 서식환경상으로도 주목할 만한 차이를 발견할 수 없었다.

*C. longicarpus*는 집단 간 평균 유전적 근연치가  $\bar{S} = 0.88$ 로 *C. koreensis*(Yang *et al.*, 1989)의 평균 근연치  $\bar{S} = 0.90$ 보다 다소 낮았다. 이는 *C. longicarpus*의 분포범위가 상대적으로 넓고, 수계가 덜라 집단 간 유전자 교환이 불가능하기 때문으로 사료되며 Table 5의 대립인자빈도에서 10% 이하의 낮은 빈도이나 집단 특유의 대립인자가 많은 집단에서 발견되는 것이 이를 뒷받침한다고 보아진다.

### 인용문헌

- Choi, K. C., S. R. Jeon, and I. S. Kim, 1984. Atlas of Korean Fresh-Water Fishes, Korea Inst. Fresh-Water Biol., Seoul. pp. 22-88.
- Chung, M. K., 1977. The Fishes of Korea, Ilji Co., Seoul. pp. 209-218.
- Jeon, S. R., 1980. Studies on the distribution of fresh

water fishes from Korea. Ph.D. Dissertation, Choongang University.

- Jeon, S. R., 1984. Studies on the distribution and key of Cobitidae fishes (Cypriniformes) from Korea. *Bull. Sangmyong Women's Univ.* **11**: 289-321.
- Kim, I. S., 1981. Geographic variation in the cobitid fish, *Cobitis longicarpus* Kim, Choi, and Nalbant. *Basic Sci., Jeonbug Natl. Univ.* **4**: 122-128.
- Kim, I. S., K. C. Choi, and T. T. Nalbant, 1976. *Cobitis longicarpus*, a new cobitid fish from Korea. *Kor. J. Zool.* **19**: 171-178.
- Kim, J. B., J. H. Kim, and S. Y. Yang, 1991. Geographic variation of lamina circularis in *Cobitis longicarpus* (Pisces: Cobitidae). *Kor. J. Zool.* **34**: 103-109.
- Min, M. S. and S. Y. Yang, 1986. Classification, distribution and geographic variation of two species of the genus *Moroco* in Korea. *Kor. J. Syst. Zool.* **2**: 63-78.
- Mori, T., 1952. Checklist of the fishes of Korea. *Mem. Hyogo Univ. Agr.* **1**: 1-228.
- Rogers, J. S., 1972. Mesasure of genetic similarity and genetic distance. *Studies in Genetics VII. Univ. Texas Publ.* **7213**: 145-153.
- Selander, R. K., 1976. Genetic Variation in Natural Populations, In: *Molecular Evolution* (Ayala, F. J., ed.). Sinauer Assoc., Sunderland, Massachusetts, pp. 21-45.
- Sneath, P. H. A. and R. R. sokal, 1973. *Numerical Taxonomy*. W. H. Freeman Co. San Fransisco.
- Swofford, D. L. and R. B. Selander, 1981. BIOSYS-1: A FORTRAN program for the comprehensive analysis of electrophoretis data in population genetics and systematics. *J. Hered.* **72**: 281-283.
- Uchida, K., 1931. The fishes of Chosen (Korea), part 1, Nematognathi and Eventognathi. *Bull. Fish. Exp. Sta. Gov. Gener. Chosen.* **6**: 400-458.
- Yang, S. Y., 1985. A study on the systematic status of Korean crucian carp (*Carassius auratus*). *Bull. Inst. Basic Sci., Inha Univ.* **6**: 155-161.
- Yang, S. Y. and M. S. Min, 1987. Evolutionary study on the Dark Chub (*Zacco temmincki*). IV. Genetic variation, morphology, and artificial hybridization. *Kor. J. Zool.* **30**: 417-431.
- Yang, S. Y., B. S. Park, and J. H. Kim, 1989. Systematic studies of the genus *Cobitis* (Pisces: Cobitidae) in Korea. I. Geographic variations and classification of *Cobitis koreensis*. *Kor. J. Zool.* **32**: 242-251.
- Yang, S. Y., S. R. Jeon, I. Y. Choo, and J. H. Kim, 1984. Genetic variation and systematics in the subfamily Danioninae (Fishes). *Bull. Inst. Basic Sci., Inha Univ.*, **5**: 111-118.

(Accepted June 1, 1991)



---

**Systematic Studies of the Genus *Cobitis* (Pisces: Cobitidae) in Korea**  
**II. Geographic Variations of *Cobitis longicarpus***

Byung Sang Park, Jae Heup Kim, Jong Bum Kim, and Suh Yung Yang  
(Dept. of Biology, Inha University, Incheon, 402-751, Korea)

Geographic variations of 13 populations of *Cobitis longicarpus* in Korea were investigated by means of multivariate morphometric discriminant analysis and starch gel electrophoresis. The average genic variations among 13 populations were  $\bar{A} = 1.37$ ,  $\bar{P} = 29.96\%$ ,  $H_D = 0.076$ , and  $H_G = 0.085$  and these values were slightly higher than those in the other taxa of the freshwater fishes. The average genetic similarity among 13 populations was  $\bar{S} = 0.88$ .