

왕종개 *Cobitis longicarpus* (Pisces: Cobitidae) 골질반의 지리적 변이에 관하여

金鍾汎 · 金載洽 · 梁瑞榮

仁荷大學校 理科大學 生物學科

한국 특산종 *Cobitis longicarpus* (왕종개)의 주요 분류형질인 골질반의 지리적 변이를 조사하기 위하여 남한의 12개 집단 205개체를 이용, 골질반의 type 분석과 계수화분석을 실시하였다. Type 분석 결과, 동해유입하천 집단(영덕의 송천, 축산천, 경주 형산강, 울주 회야강)의 골질반은 둥근 三角形, 三角形, 四角形으로 남해 유입하천 및 도서 집단의 타원형, 반타원형, 부채꼴과 구별되었다. 골질반의 계수화분석 결과에서도 동해유입하천의 골질반 쪽은 비교적 좁아 남해유입하천 및 도서지방과의 평균 CD값이 1.64로 亞種 수준 이상의 차이를 보였다. 아울러 조사, 비교된 제 1 체측반문도 동해유입하천에서는 *C. longicarpus*의 특징이 전혀 나타나지 않아, 원기 재집단인 섬진강 집단을 포함한 남해유입하천 및 도서 집단과 구별된 亞種 수준의 種分化가 이루어진 것으로 사료되었다.

KEY WORDS: *Cobitis longicarpus*, Geographic variation, Lamina circularis, Subspecies, Speciation

잉어목 기름종개과 (Family Cobitidae) 어류는 유라시아 및 북부아프리카에 분포하는 소형담수어로 남한에는 5屬이 보고되어 있다. 그중 기름종개屬 (Genus *Cobitis*) 어류는 체측반문이 매우 다양하여 수컷 가슴지느러미 기부에서 2차성징으로 출현하는 골질반 (lamina circularis)이 주요 분류형질로 이용되어 왔다 (Vladykov, 1935; 內田, 1939; 金, 1974; Kim, 1975; Kim, 1980; Kim et al., 1976; Hiroyuki, 1981; Kim and Son, 1984). 종전까지 한반도에는 골질반이 원형인 *Cobitis taenia* Linne 한種만이 서식하는 것으로 보고되어 왔으나 (內田, 1939; Mori, 1952; 鄭, 1977) 현재, 체측반문과 골질반의 모양 및 지리적 분포 등을 기준으로 9種 및 亞種으로 분류, 보고되어 있다 (Sawada and Kim, 1977; Kim, 1975, 1980; Kim et al., 1976; 朴, 1988). 그중 *Cobitis longicarpus* (왕종개)는 體長, 골질반, 제 1 체측반문, 섬진강 유역의 제한 분포 등의 특징으로 근연종인 *Cobitis koreensis* (참종개)와 구별되어 別種으로 기재된 한국 특산종 (Kim et al., 1976)으로, 그후 동해안, 남해안에 유입되는 하천 및 도서지방 일부에 분포함이 밝혀졌다 (田, 1980, 1983; 朱동, 1980; 崔동,

1984). Kim (1981)은 *C. longicarpus*의 형태적 변이 조사를 통해, 각 조사 집단이 지리적으로 변이가 심해 체측반문, 골질반 자체 모양에 의한 본종의 특징적 구분이 어려움을 시사한 바 있다. 본 연구는 *C. longicarpus* 12개 집단 205개체를 대상으로, 주요 분류형질인 골질반의 면밀한 조사를 위해 type 분석과 계수화분석을 실시하여 지리적 변이를 조사하였고 아울러 제 1 체측반문의 분석 및 isozyme 분석 결과와 비교, 검토하였다.

材料 및 方法

실험재료는 동해안 및 남해안에 유입되는 하천과 도서지방에서 12개 집단 594개체를 채집하여 체측반문을 조사하였으며 그중 수컷성체 205개체는 골질반 관찰에 사용되었다 (Table 1, Fig. 1) 골질반 조사 방법은 각 개체의 체측반문을 조사한 후, 가슴지느러미를 떼어내서 alizarin red S로 염색하여 해부현미경으로 10배 확대 촬영, 조사하였다. 조사 방법은 연조에서의 분지형태 및 부분모양에 따라 Fig. 2와 같이 6가지 type(a; 타원

Table 1. Collecting localities, date and number of specimens.

Collection locality	Collection date	No. of specimens	Adult males
1. Songnae-ri, Pyeonggog-myeon, Yeongdeog-gun, Kyeongsangbug-do	Aug. 29, 1985	79	10
2. Togog-ri, Chugsan-myeon, Yeongdeog-gun, Kyeongsangbug-do	Aug. 28, 1985	65	20
3. Tapjeong-dong, Kyeongju-shi, Kyeongsangbug-do	July 28, 1985	67	41
4. Obog-ir, Unbong-myeong, Ulju-gun, Kyeongsangnam-do	July 28, 1985	20	8
5. Kohyeon-ri, Sinhyeon-eup, Keoje-gun, Kyeongsangnam-do	July 27, 1985	11	2
6. Yongdang-ri, Sacheon-eup, Keoje-gun, Kyeongsangnam-do	July 25, 1985	20	7
7. Chugcheon-ri, Sanam-myeon, Sacheon-gun, Kyeongsangnam-do	July 25, 1985	43	17
8. Tongcheon-ri, Samdong-myeon, Namhae-gun, Kyeongsangnam-do	July 24, 1985	42	14
9. Tap-ri, Hwagae-myeon, Hadong-gun, Kyeongsangnam-do	July 10, 1985	17	5
10. Toweol-ri, Sangsa-myeon, Seungju-gun, Cheollanam-do	July 23, 1985	43	20
11. Maejug-ri, Sannae-myeon, Cheongep-gun, Cheollabug-do	Sep. 12, 1985	146	50
12. Sinheung-ri, Samsan-myeon, Haenam-gun, Cheollanam-do	July 22, 1985	41	11

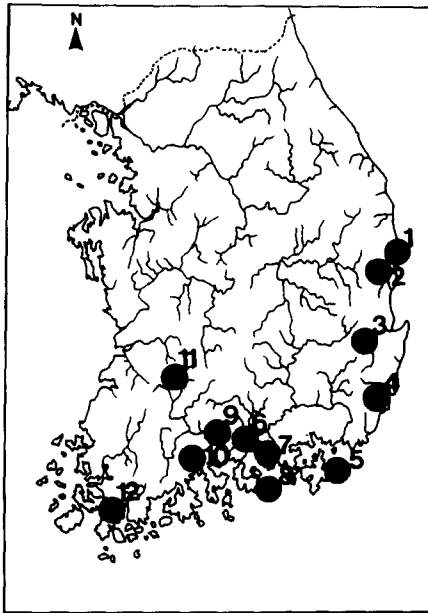


Fig. 1. Map of the sample localities of *C. longicorpus*. 1. Songcheon stream 2. Chugsan stream 3. Kyeongju 4. Ulju 5. Keoje 6. Sacheon stream 7. Chungcheon stream 8. Namhae 9. Hadong 10. Seungju 11. Cheongep 12. Haenam.

형, b; 반타원형, c; 부채꼴, d; 둥근삼각형, e; 삼각형, f; 사각형)으로 구분하여 분석하였고 분지형태와 골질반의 크기를 계수치로 비교하고자 Fig. 2의 3과 같이 최대높이(H)와 최대폭(W)을 character로 선정하여 계수화 하였다.

結 果

A. 골질반

a) TYPE 분석

Cobitis longicorpus 골질반의 형태분석 결과, 비교적 집단내 및 집단간에 형태변이가 심해 Fig. 2와 같이 "a" type에서 "f" type까지 크게 6가지 type으로 구분하여 각 집단의 골질반 type을 조사하였다. 조사 결과, 위도상으로 가장 낮은 해남 집단만이 연조에서의 분지형태가 독특한 긴 타원형의 "a" type 만으로 나타났을뿐 정읍, 하동, 사천천, 죽천천, 승주, 남해, 거제 등의 남해유입하천 집단의 골질반은 주로 반타원형 또는 부채꼴의 "b,c" type인 반면, 울주, 경주, 축산천, 송천천등의 동해유입하천 집단의 골질반은 둥근삼각형, 삼각형, 사각형의 "d,e,f" type으로 확인되었다(Table 2). 이와같은 *C. longicorpus*의 골질반 type을 집단별로 좌표평면상에 나타낸 결과는 Fig. 3과 같이 남해유입하천의 일부집단에서 낮은 빈도로 둥근삼각형, 삼각형의 "d,e" type이 일부 출현하여 두 유입하천의 골질반 type이 중복될 뿐, 남해유입하천은 주로 타원형, 반타원형 또는 부채꼴의 "a,b,c" type, 동해유입하천은 비교적 골질반의 폭이 좁은 둥근 삼각형, 삼각형 또는 사각형의 "d,e,f" type으로 구별되어 두 유입하천의 골질반 type차이가 확인되었다.

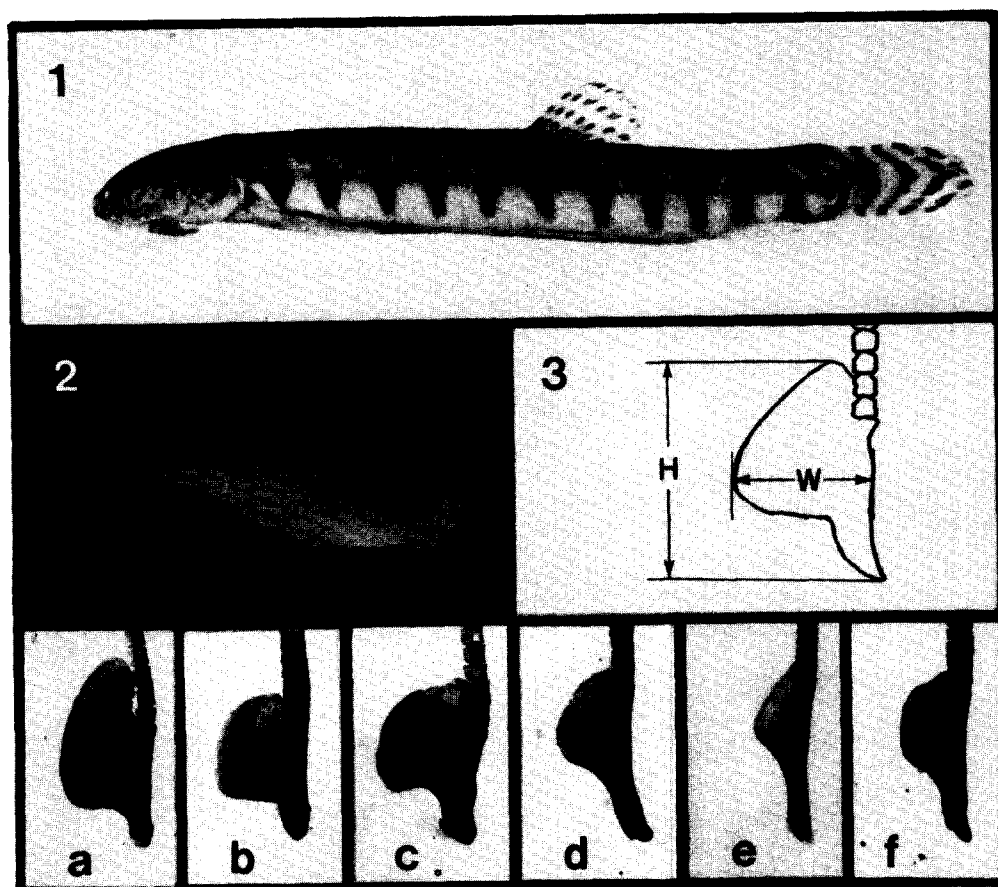


Fig. 2. Lamina circularis of *Cobitis longicorpus*. 1. Photograph of *C. longicorpus* (adult male); 2. Pectoral fin; 3. Height (H) and width (W) of lamina circularis; a~f. 6 types of lamina circularis.

Table 2. Type distribution of lamina circularis in 12 populations of *C. longicorpus*. Each type was described in Fig. 2.

Locality	No. of specimens	Type of lamina circularis						Note
		a	b	c	d	e	f	
1. Songcheon s.	10				4	1	5	Eastern region
2. Chugsan s.	20				12	3	5	"
3. Kyeongju	41				19	5	17	"
4. Ulju	8				3	4	1	"
5. Keoje	2		1	1				Southern region
6. Sacheon s.	7		4	3				"
7. Chugcheon s.	17		8	9				"
8. Namhae	14		8	5	1			"
9. Hadong	5		4	1				"
10. Seungju	20		17	3				"
11. Cheongeup	50		23	13	13	1		"
12. Haenam	11	11						"

Table 3. Statistic comparison of the width/height (W/H) of lamina circularis among 12 populations of *C. longicarpus*.

Locality	Mean \pm SD	Note
1. Songcheon s.	0.31 \pm 0.06	Eastern region
2. Chugsan s.	0.35 \pm 0.09	"
3. Kyeongju	0.38 \pm 0.09	"
4. Ulju	0.35 \pm 0.04	"
5. Keoje	0.54 \pm 0.01	Southern region
6. Sacheon s.	0.52 \pm 0.03	"
7. Chugcheon s.	0.54 \pm 0.07	"
8. Namhae	0.62 \pm 0.09	"
9. Hadong	0.54 \pm 0.05	"
10. Seungju	0.58 \pm 0.05	"
11. Cheongeup	0.48 \pm 0.10	"
12. Haenam	0.41 \pm 0.04	"

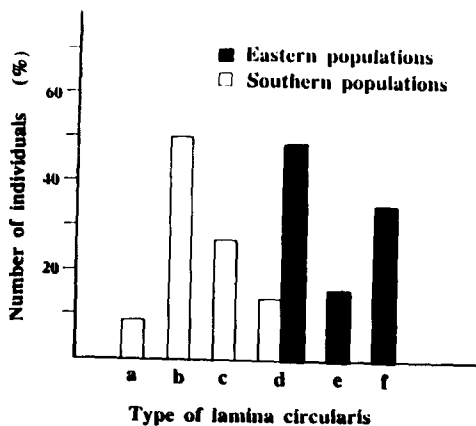


Fig. 3. Frequency distribution of the type of lamina circularis.

b) 계수분석

동해유입하천과 남해유입하천의 골질반 type 차이를 계수치를 이용한 수리학적 방법으로 분석하기 위해 Fig. 2의 3과 같이 골질반 높이에 대한 폭의 비(W/H)를 측정, 계수한 결과는 Table 3과 같이 해남집단이 골질반 type의 특징에 의해 0.41 \pm 0.04의 값으로, 정읍집단은 0.48 \pm 0.10으로 변이폭이 커 동해유입하천의 집단들과 중복되었으나 그외의 남해유입하천집단은 0.52 \pm 0.03~0.62 \pm 0.09(평균: 0.56 \pm 0.09)로 동해유입하천집단의 0.31 \pm 0.06~0.38 \pm 0.09(평균: 0.35 \pm 0.07)과 유의한 차이를 보였으며 각 유입하

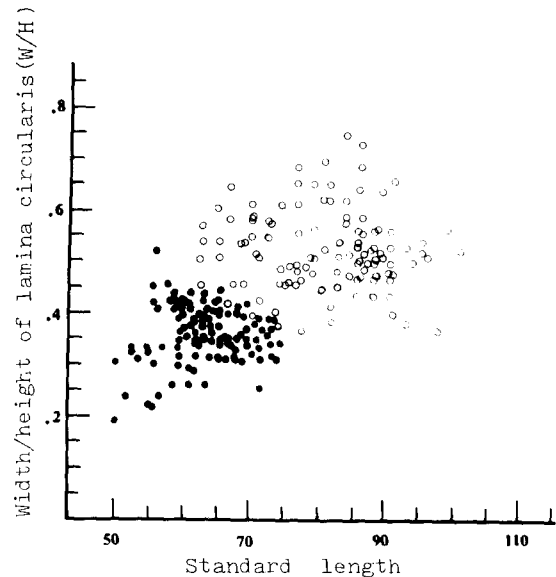


Fig. 4. Plot of width/height ratio (W/H) of lamina circularis in relation to standard length of *C. longicarpus*.
●: Eastern populations ○: Southern populations.

천의 평균값을 이용하여 Mayr(1969)의 차이계수치(Coefficient of difference: CD)를 구해 동해유입하천집단과 남해유입하천집단과의 차이를 조사한 결과, 평균 CD값이 1.64로 亞種수준 이상인 95% 차이를 나타내었다. 또한 각개체의 體長을 X축, 골질반의 폭을 Y축으로 하는 좌표평면상의 비교 결과, Fig. 4와 같이 두 유입하천의 값이 서로 구분되는 유의한 차이를 나타내었으며 ($p < 0.01$), 또한, Fig. 4에서 보는 바와 같이 체장 65

Table 4. Comparison of the number of "species specific cross-band" among 12 populations of *C. longicorpus*.

Locality	No. of specimens	No. of cross band				Note
		0	1	2	3	
1. Songcheon s.	79	79	—	—	—	Eastern region
2. Chugsan s.	65	65	—	—	—	"
3. Kyeongju	67	67	—	—	—	"
4. Ulju	20	20	—	—	—	"
5. Keoje	11	2	6	2	1	Southern region
6. Sacheon s.	20	—	16	4	—	"
7. Chugcheon s.	43	6	32	5	—	"
8. Namhae	42	30	11	1	—	"
9. Hadong	17	—	16	—	1	"
10. Seungju	43	36	6	1	—	"
11. Cheongeup	146	—	146	—	—	"
12. Haenam	41	11	13	15	2	"

mm~75 mm로 체장이 같은 경우에서도 두 유입 하천간 골질반의 W/H 값이 구별되었다.

B. 체측반문

근연종인 *C. koreensis*와의 주요 분류형질로 *C. longicorpus*의 특징인 아가미뚜껍 바로 뒤의 진한 체측반문(제 1 체측반문)의 수를 조사한 결과 원 기재 집단인 섬진강수계의 정읍 집단만이 전 개체가 일괄적으로 1개로 나타났을뿐 나머지 집단에서는 0~3개로 불규칙하게 나타났다. 특히, 울주, 경주, 축산천, 송천천 등의 동해유입하천 집단에서는 *C. longicorpus* 제 1 체측반문의 특징이 전혀 나타나지 않았으며 체측반문 type 및 體長 또한 근연종인 *C. koreensis*와 구별되지 않아 주목되었다(Table 4).

考 察

*C. longicorpus*는 과거 *C. taenia*로 분류되었으나(內田, 1939; Mori, 1952; 鄭, 1977) 體長이 크고 아가미 뚜껍 바로 뒤의 V形 體側斑紋이 뒤이어 나타나는 斑紋보다 진한 특징, 수컷의 2차성징으로 가슴지느러미 기부에 출현하는 골질반의 형태적 특징 및 섬진강 유역에만 제한 분포하는 등의 이

유로 별종으로 기재된 한국 特産種이다(Kim et al., 1976). 그후 동해안, 남해안에 유입되는 하천 일부에 분포함이 밝혀져(田, 1980, 1983; 朱 등, 1980; 崔 등, 1984), Kim(1981)은 *C. longicorpus*의 형태적변이 조사에서 조사집단이 지리적으로 변이가 심해 체측반문, 골질반 자체 모양에 의한 본종의 특징적 구분이 어려움을 시사한 바 있다. 본 조사결과, 體側斑紋은 동해유입하천집단이 근연종인 *C. koreensis*와 구별되지 않는 것이 확인되어, 현재 *C. koreensis*와의 주요분류형질로 사용되고 있는 왕종개 제 1 체측 반문의 특징(Kim, 1980; 田, 1983)은 분류형질로서의 타당성 여부에 관한 재검토가 요구되었다. 골질반의 조사 결과는 변이가 심하였으나 연조에서의 분리 형태나 자체모양이 細長形인 *C. koreensis* (Kim, 1975)와 잘 구별됨은 물론, 남해유입하천은 주로 타원형, 반 타원형, 부채꼴, 동해유입하천은 둥근삼각형, 삼각형, 및 사각형으로 확인되었다. 또한, 골질반의 계수화 분석을 실시하여 Mayr의 차이계수치(CD)로 분석한 결과, 골질반의 폭이 동해유입하천 집단과 남해유입하천 집단간에 평균 CD값 1.64로 亞種 수준 이상인 95% 차이를 나타내는 등 *C. longicorpus* 두 group의 골질반 차이가 재확인되었다. 또한, Yang 등(1990)은 이들 12개 집단에 대한 유전자 분석을 실시한 결과 동해유입하천 집단과 남해유입하천집단 사이에 유전자 구성에

차이가 있었고 특히 6pgd-1' 대립인자는 동해유입 하천 집단에서만 공통적으로 확인되어 본 연구의 형태분석 결과와 같이 남해유입하천과 구별됨을 밝혔다. 따라서 본 *C. longicorpus*의 동해유입하천 집단은, 주요분류형질인 체측반문, 골질반의 모양 및 유전자 조성등으로 보아, 원기재 집단인 섬진강집단을 비롯한 남해유입하천 및 도서집단과 구별되는 亞種 수준의 種分화가 이루어진 것으로 사료되었다.

引用文獻

- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一支社, pp. 210-212.
- 崔基哲, 田祥麟, 金益秀, 1984. 韓國產 淡水魚 分布圖. 韓國淡水生物學研究所, pp. 39-103.
- Hiroyuki Aizawa, 1981. *Cobitis taenia* (Cobitidae) from Central Honshu, Japan. *Jap. Journal of ichthyology*, **28(2)**: 187-192.
- 朱日永, 金益秀, 高在明, 1980. 洛東江의 魚類相에 關한 研究. 2. 智異山 一帶의 溪流를 中心으로. 韓國陸水學會誌. **13**: 25-31.
- 田祥麟, 1980. 韓國產 淡水魚의 分布에 關하여. 中央大學校 博士學位 請求論文.
- 田祥麟, 1983. 韓國產 미꾸리科 魚類의 分布와 檢索에 關하여. 祥明女子大學校 論文集 **11**: 289-321.
- 金益秀, 1974. 韓國產 기름종개 (*Cobitis taenia* Linne)의 研究. 2. 二次性徵에 關하여. 韓國陸水學會誌 **7**: 49-55.
- Kim, I. S., 1975. A new species of cobitid fish from Korea. *Kor. J. Lim.* **8**: 51-57.
- Kim, I. S., 1980. Systematic studies on the fishes of the family Cobitidae (Order Cypriniformes) in Korea. 1. Three unrecorded species and subspecies of the genus *Cobitis* from Korea. *Kor. J. Zool.* **23**: 239-250.
- Kim, I. S., 1981. Geographic variation in the Cobitid fish, *Cobitis longicorpus*. *Basic Science Review* **4**: 123-128.
- Kim, I. S., K. C. Choi, and T. T. Nalbant, 1976. *Cobitis longicorpus*, a new cobitid fish from Korea. *Kor. J. Zool.* **19**: 171-178.
- Kim, I. S. and Y. M. Son, 1984. *Cobitis choii*, a new cobitid fish from Korea. *Kor. J. Zool.* **27**: 49-55.
- Mayr, E., 1969. Principles of Systematic Zoology, McGraw-Hill Publ. Co., New Delhi, pp. 188-193.
- Mori, T., 1952. Checklist of the fishes of Korea. *Mem. Hyogo Univ. Agr.* **1**: 1-228.
- 朴炳相, 1988. 韓國產 *Cobitis*屬 魚類의 系統 分類學的 研究. 仁荷大學校 博士學位 請求論文.
- Sawada, Y. and I. S. Kim, 1977. Transfer of *Cobitis multifasciata* to the genus *Niwaella* (Cobitidae). *Japan. J. Ichthyol.* **24**: 155-160.
- 內田惠太郎, 1939. 朝鮮魚類誌. 朝鮮基督府, 水産試驗場報告 **6**: 400-410.
- Vladycov, V. D., 1935. Secondary sexual dimorphism in some Chinese cobitid fish. *J. Chosen Nat. Hist. Soc.* **9**: 31-33.
- Yang, S. Y., B. S. Park, J. H. Kim, and J. B. Kim, 1990. Systematic studies of the genus *Cobitis* (Pisces: Cobitidae) in Korea. II. Geographic variation of *Cobitis longicorpus*. *Kor. J. Zool.* **33** (Submitted).

(Accepted October 22, 1990)

**Geographic Variation of Lamina Circularis in
Cobitis longicorpus (Pisces: Cobitidae)**

Jong Bum Kim, Jae Heup Kim, and Suh Yung Yang
(Department of Biology, Inha University, Incheon, 402-751, Korea)

The shape of lamina circularis, one of the taxonomic key characters for the genus *Cobitis*, is highly variable in *Cobitis longicorpus*.

This study was aimed to investigate the range of geographic variation of this character in detail and to clarify the taxonomic status of this species. A sum of 205 adult males were collected at 12 localities in the eastern and southern regions of Korea. Lamina circularis was prepared using Alizarin method, and meristic and type analysis were carried out.

The results of type analysis of the lamina circularis indicate that the eastern populations were either triangular or square type, on the contrary, the southern populations were mainly elliptic or half-elliptic shape. The results of meristic analysis indicate the Mayr's CD value of W/H between the eastern and the southern population was 1.64 (95% nonoverlap), and the W/H value in relation to standard length was significantly different ($p < 0.01$) between two regions. Moreover, the eastern populations had no "species specific cross band" at all. In conclusion, the eastern populations of *Cobitis longicorpus* are significantly different from the southern ones in lamina circularis and "species-specific" band pattern. Therefore they should be treated as distinct subspecies.