

한국산 큰가시고기과 어류의 형태변이와 핵형

김 익 수·윤 창 호·이 지 현
(전북대학교 자연과학대학 생물학과)

Morphological Variation and Karyotype of the Korean Species of Sticklebacks, (Pisces, Gasterosteidae) in Korea

Kim, Ik-Soo, Yoon, Chang-Ho and Lee, Ji-Hyun

(Department of Biology, College of Natural Sciences, Chŏnbuk National University, Chŏnju 560-756, Republic of Korea)

ABSTRACT

Three species of Korean sticklebacks family Gasterosteidae were reviewed based on the specimens of several populations for the study of their morphological variations and taxonomical positions. All specimens of *Gasterosteus aculeatus* observed have a complete row of lateral plates ranging from thirty-two to thirty-five in number. The low-plate morph regarded as landlocked type is virtually absent. And no difference was recognized among six populations of *G. aculeatus* in the meristic characters, i.e. number of vertebrae, gill rakers and fin rays. The *Pungitius sinensis* and *P. kaibarae* ssp. shown local variations have scutes ranging from 31 to 35, but not clinal in the morphometric characters. But *P. sinensis* was statistically different from *P. kaibarae* ssp. in some characters such as the number of dorsal spine rays and vertebrae, and body depth, although their ranges overlapped. No significant taxonomic difference was detected between white form and black form in dorsal spinous membrane of *P. kaibarae* ssp. Although these three species of Korean sticklebacks have the same diploid chromosome number ($2N = 42$), *G. aculeatus* is obviously different from the two species of genus *Pungitius* in their karyotype; *G. aculeatus* consists of six metacentrics, six submetacentrics, and thirty subtelo-acrocentrics, and both *P. sinensis* and *P. kaibarae* ssp. have four metacentrics, six submetacentrics, and thirty-four subtelo-acrocentrics.

Key words: sticklebacks, Gasterosteidae, karyotype, morphological variation, Korea.

본 연구는 1988년 문교부 기초과학육성 연구비의 지원에 의한 것임.

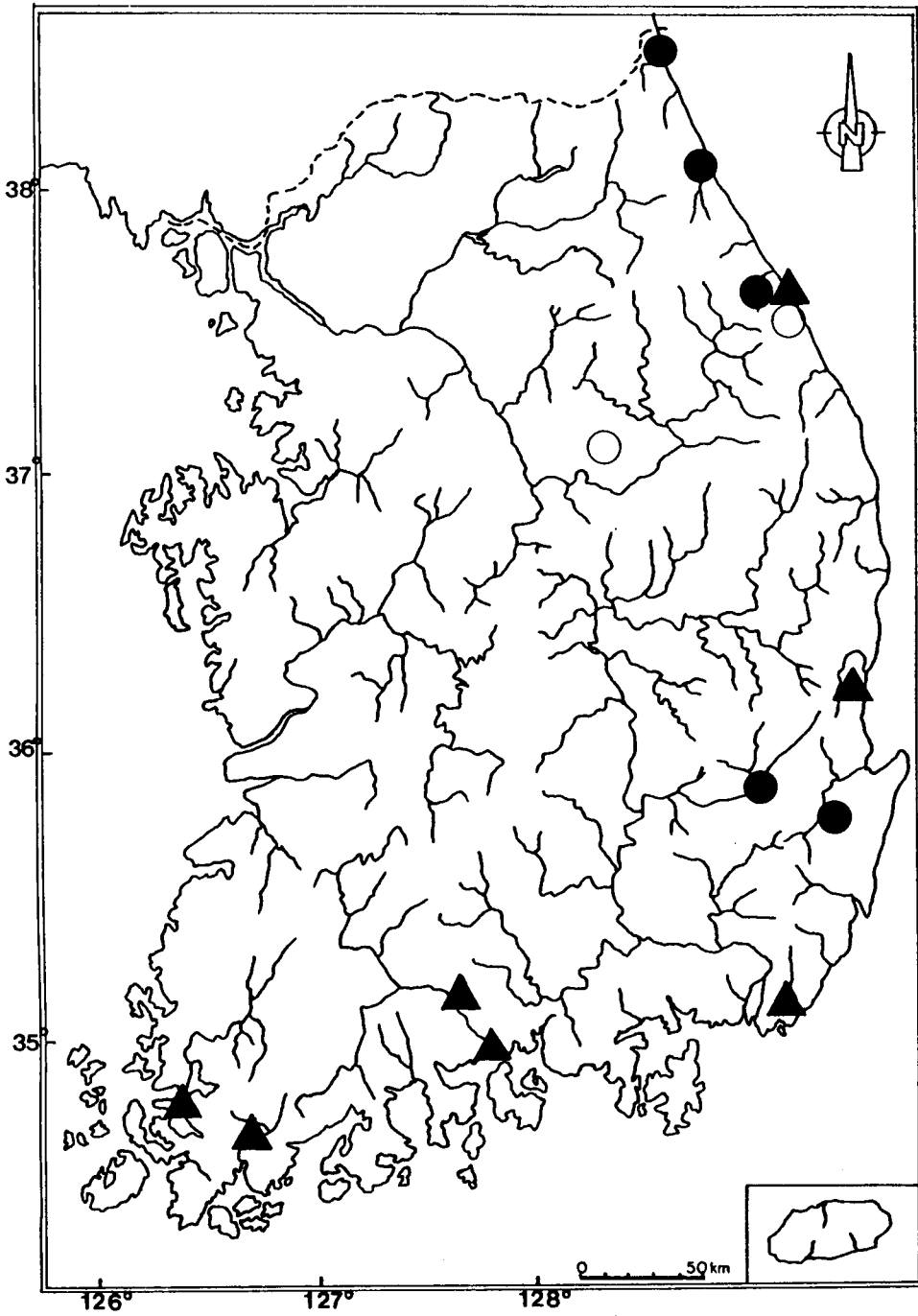


Fig. 1. Collecting localities of the species of the family Gasterosteidae in Korea. ▲: *G. aculeatus*; ○: *P. sinensis*; ●: *P. kaibarae* ssp.

서 론

큰가시고기과 어류는 북반구 아한대 연안과 담수역에 서식하는 주연성 소형어류로 전세계에 5속 7종이 알려졌는데(Wooton, 1976), 이 종들은 형태가 매우 다양하고 생태와 산란행동이 특이하여 국외에서는 큰가시고기과 어류의 형태와 변이등에 관한 많은 보고가 있다(Hagen and McPhail, 1970; Reimchen, 1983; Reimchen and Nelson, 1987; Mori, 1987a, b; 高田等, 1984). 국내에서는 큰가시고기 *G. aculeatus*가 우리나라의 동해연안인 부산, 강릉, 원산 및 웅기에 출현한다고 알려진 후(Mori, 1952), 鄭(1977)은 이 종의 육봉형이 강릉등지에 서식한다고 하였으나, 이에 관한 기록은 물론 한국산 표본의 변이에 대한 보고도 아직 없다. 그리고 우리나라의 청진과 원산에 잔가시고기 *P. pungitius kaibarae*가 출현하고(森·内田, 1934; 鄭, 1977), 이 아종이 우리나라 남부의 동해연안에 유입되는 여러 하천과 낙동강의 지류인 금호강(영천)에서도 서식한다고 보고되었으나(田, 1987; 蔡·楊, 1988), 한국산 가시고기 *P. sinensis*와 잔가시고기 *P. s. kaibarae*의 분류학적 구분에는 문제가 있어서 이에 관한 검토가 요구되었다. 따라서 본 조사에서는 한국산 *G. aculeatus*의 형태적 변이와 한국산 *Pungitius*속 어류의 학명사용 및 분포에 대한 문제를 구명하기 위하여 우리나라 남부 각 연안과 하천에 서식하는 큰가시고기과 어류의 많은 표본을 비교하여 그들의 분류학적 위치와 형태변이에 관하여 논의하였다.

재료와 방법

관찰에 사용된 표본으로 *G. aculeatus*는 강릉 남대천, 옥계 주수천, 영덕 오십천, 양산 좌천천, 섬진강(광양), 탐진강(강진) 및 영산강(영암)에서 1988년과 1989년의 3월과 4월에 채집하였고(Fig. 1), *P. sinensis*의 표본은 속초 쌍천, 옥계 주수천 및 제천 의림지에서 채집하였으며 *P. kaibarae* ssp.는 고성 송현천, 간성 북천, 강릉 남대천, 경주 형산강 및 영천 금호강에서 채집하였다(Fig. 1; Table 1). 채집은 족대(망목 0.5cm×0.5cm)와 투망(1.0cm×1.0cm)을 사용하였고, 염색체조사를 위한 표본을 제외한 모든 표본은 10% formalin액에 고정하였다. 길이의 측정은 1/20mm daial caliper를 사용하여 체장, 두장, 등지느러미가시의 길이, 뒷지느러미가시의 길이를 측정하고, 지느러미가시수, 연조수, 체측인판수, 세파수를 계수하였으며, 척추골수는 soft x-ray (Hitex 80, Hittachi, Japan)로 투시촬영하여 계수하였고, *P. sinensis*와 *P. kaibarae* ssp.의 인판수는 alizarin red S로 염색하여 해부현미경으로 계수하였다. 핵형분석은 종전에 사용하던 방법(俞·수, 1986)에 따라 metacentrics, submetacentrics 및 acrocentrics으로 구분하여 idiogram을 작성하였다.

결 과

1. 형태변이

Gasterosteus aculeatus: 큰가시고기의 형질가운데 분류에 사용되는 기초수, 체측인판수, 척추골수, 세파수, 그리고 체장에 대한 두장비, 안경비 및 제1등지느러미 가시길이의 비를 강릉, 옥계, 영덕, 양산, 광양, 영암의 6개 집단에 대하여 조사하였는 바, 그 결과는 Table 2

Table 1. Sampling localities, date and number of specimens in the three species of genera *Gasterosteus* and *Pungitius* collected from 1979 to 1989. Arabic numerals in parentheses indicate number of white form individuals.

Species and localities (River or reservoir)	Date	Standard length (mm)	No. of specimens collected
<i>Gasterosteus aculeatus</i>			
Okchon-dong, Karung-si, Kangwon-do (Namdaechon R.)	May 2, 1988	62.3—74.3	18
Okgae-up, Myongju-gun, Kangwon-do (Jusoochon R.)	May 3, 1988	61.9—81.9	35
Yongdok-up, Yongdok-gun, Kyongsangbuk-do (Osipchon R.)	Apr. 6, 1984	57.8—75.1	25
Changan-myon, Yangsan-gun, Kyongsangnam-do (Joachon R.)	Mar. 24, 1989	61.9—83.9	30
Chinwol-myon, Kwangyang-gun, Chollanam-do (Somjin R.)	Mar. 31, 1989	64.8—83.0	30
Samho-myon, Yongam-gun, Chollanam-do (Yongsan R.)	Mar. 25, 1988	60.2—71.6	33
<i>Pungitius kaibarae</i> ssp.			
Kansong-up, Kosong-gun, Kangwon-do (Buckchon R.)	May 2, 1988	39.1—54.4	80
	Oct. 1, 1988	27.9—46.9	213(37)
	Oct. 21, 1988	27.4—46.0	314(2)
	Nov. 5, 1988	31.9—48.4	209
	Jan. 10, 1989	29.1—42.4	80
	Feb. 17, 1989	30.3—46.1	48
	Apr. 5, 1989	30.3—47.6	60
	May 19, 1989	35.8—51.2	130
Okchon-dong, Kangrung-si, Kangwon-do (Namdaechon R.)	May 3, 1989	45.4—55.1	14
	Aug. 29, 1988	31.5—55.1	24
	Oct. 2, 1988	27.2—45.4	9
	May 20, 1989	34.6—46.8	110
	Jul. 6, 1989	25.9—42.8	55
Hyonnae-myon, Kosong-gun, Kangwon-do (Songhyon R.)	Jul. 8, 1979	32.7—57.2	3
Yul-dong, Kyongju-si, Kyongsangbuk-do (Hyongsan R.)	Jun. 2, 1984	40.9—47.7	13
Imgo-myon, Yongchon-gun, Kyongsangbuk-do (Nakdong R.)	Apr. 5, 1989	29.3—46.5	70
<i>Pungitius sinensis</i>			
Okgae-up, Myongju-gun, Kangwon-do (Jusoochon R.)	May 3, 1988	44.2—62.7	14
	Oct. 2, 1988	34.9—46.8	268
	Nov. 6, 1988	34.6—47.1	209
	Jan. 10, 1989	40.0—52.4	52
	Feb. 6, 1989	39.8—52.8	66
	Apr. 6, 1989	42.5—53.2	96
	May 20, 1989	41.3—61.8	55
Ssangchon-dong, Sokcho-si, Kangwon-do (Ssangchon R.)	Apr. 5, 1989	47.4—50.0	3
Urim-dong, Chechon-si, Chungchongbuk-do (Uirim Reservoir)	Jul. 5, 1988	32.7—52.7	14
	May 21, 1989	15.6—55.9	12

Table 2. Comparison of selected morphometric and meristic characters of 6 populations of *Gasterosteus aculeatus* in Korea. Data show range with mean \pm SD in parantheses. Romanic numerals indicate number of spinous fin ray.

Characters	Localities					
	Kangrung (n=18)	Okgae (n=35)	Yongduk (n=25)	Yangsan (n=30)	Kwangyang (n=30)	Yongnam (n=33)
No. of dorsal fin rays	III 13-14	III 13-14	III 13-14	III 12-14	III 12-14	III 12-14
No. of anal fin rays	I 9-11	I 9-11	I 10-11	I 9-11	I 9-11	I 10-11(12)
No. of lateral plates	33-34 (33.5 \pm 0.5)	32-34 (33.1 \pm 0.4)	32-34 (32.8 \pm 0.6)	32-35 (34.1 \pm 1.1)	32-35 (33.5 \pm 0.9)	32-35 (33.3 \pm 0.7)
No. of vertebrae	30-33 (31.8 \pm 0.7)	31-33 (32.2 \pm 0.5)	32-33 (32.2 \pm 0.4)	31-33 (31.1 \pm 0.6)	30-33 (31.9 \pm 0.6)	31-33 (32.3 \pm 0.6)
No. of gill rakers	23-26	24-26	23-25	23-27	23-26	23-25
SL*/head length	3.1-3.6 (3.3 \pm 0.2)	2.9-3.9 (3.4 \pm 0.2)	3.0-3.7 (3.3 \pm 0.2)	3.1-3.6 (3.3 \pm 0.1)	3.0-3.7 (3.4 \pm 0.2)	3.1-3.6 (3.3 \pm 0.2)
SL/dorsal spine length	7.9-11.0 (9.2 \pm 0.9)	8.0-12.8 (9.9 \pm 1.0)	8.4-11.5 (9.8 \pm 1.0)	7.4-10.8 (9.4 \pm 1.0)	7.1-10.7 (9.4 \pm 0.8)	7.9-11.0 (9.4 \pm 1.0)
SL/eye diameter	12.0-14.4 (13.1 \pm 0.8)	12.7-15.5 (14.1 \pm 0.9)	12.1-14.4 (13.4 \pm 0.8)	12.1-14.4 (13.1 \pm 0.7)	12.0-14.5 (13.3 \pm 0.8)	12.5-14.9 (13.9 \pm 0.6)

* Standard length

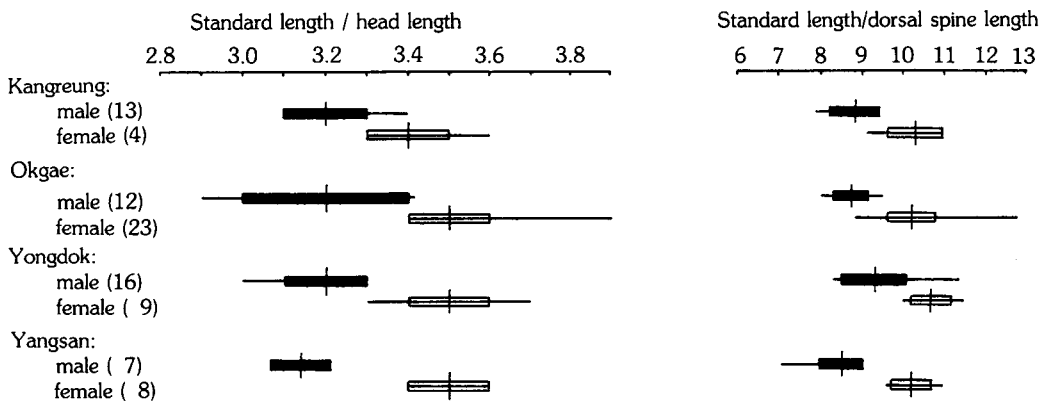


Fig. 2. There is a sexual dimorphism in head length and dorsal spine length of 4 populations of *Gasterosteus aculeatus* in Korea. Solid rectangles indicate male and hollow rectangle, female. In each samples, the vertical bars indicate mean of sample; the rectangles, 1 SD on each side of the mean; and the horizontal bars, range of the sample. Numbers in parentheses are sample size.

와 같다. 등지느러미의 가시는 모두 3개이고, 연조는 12-14개이며, 뒷지느러미 가시는 1개, 연조는 거의 대부분이 9-11개로서 집단간에는 뚜렷한 차이가 없었다. 측측 인판은 조사된 6 집단 모두 32-35개의 인판을 가지고 있고, 그 평균치는 33-34개로서 집단간에 구별되지 않았다. 또 척추골수에 있어서도 모두 30-33개(평균 31.9)이고 세파수도 23-26개로 집단간에 차

이는 없었다. 계측형질의 체장에 대한 두장비는 옥계집단을 제외한 모든 집단이 3.0-3.7이고, 체장에 대한 제1등지느러미 가지 길이의 비도 모두 7.9-12.8이며, 체장에 대한 안경비도 거의 비슷하였다. 그러나 두장비와 등지느러미가지 길이 비는 Fig.2에서 보는 바와 같이 암수간에 성적이형을 보였는 바 조사된 4집단의 두장은 모두 수컷이 암컷보다 크고, 제1등지느러미가지 길이에 있어서도 역시 수컷이 길었으며, 또 수컷 등지느러미가시의 주변부는 거치가 현저하여서 암컷과 잘 구별되었다.

*Pungitius sinensis*와 *P. kaibarae* ssp. : 등지느러미가지 기초막의 색깔이 아주 투명한 표본은 *P. sinensis*로 하고, 그 색깔이 검정색이거나 옅은 회색인 표본은 *P. kaibarae* ssp.로 동정하여 이들 어류의 분류에 중요시 하는 형질인 지느러미의 기초수, 체측인판수, 척추골수, 세파수 그리고 체장에 대한 등지느러미 가지 길이비, 체고비, 및 안경비 등에 대하여 지역별로 비교 조사하였다. Table 3에서 보는 바와 같이 *P. sinensis*는 등지느러미가시의 평균수가 옥계와 제천집단이 각각 8.5, 8.8개인데 비하여 *P. kaibarae* ssp의 강릉, 간성, 및 영천집단의 평균수는 각각 7.7, 8.1, 8.0으로 종간에 차이가 있고($P < 0.01$), 척추골수에 있어서도 *P. sinensis* 2집단의 평균수가 33.2, 34.4로 *P. kaibarae* ssp. 3집단의 평균수인 32.1, 32.4, 32.7과도 역시 뚜렷한 차이가 있음($P < 0.01$)을 알 수 있었다. 한편 체고에 있어서도 그 범위는 중복되지만 평균치를 보면 *P. sinensis*가 *P. kaibarae* ssp. 보다 비교적 낮게 나타나면서 지역집단간에도 약간씩 차이를 알 수 있는데 이와 같은 경향은 등지느러미와 뒷지느러미가시의 길이에 있어서도 나타난다(Fig. 3). 종내 집단간에 차이를 보이는 경우는 *P. sinensis* 배

Table 3. Comparison of some meristic characters in two species of genus *Pungitius* collected in 1988 and 1989. Data show mean \pm SD with range in parentheses.

Meristic character	<i>P. sinensis</i>		<i>P. kaibarae</i> ssp.			
	Okgae	Chechon	Kangrung	Yongchon	Kansong	
	(n=50)	(n=17)	(n=40)	(n=30)	black form (n=50)	white form (n=20)
No. of spine ray of dorsal fin	8.7 \pm 0.5 (8-9)	8.5 \pm 0.6 (8-10)	7.7 \pm 0.4 (6-9)	8.0 \pm 0.4 (7-9)	8.1 \pm 0.4 (7-9)	7.9 \pm 0.4 (7-9)
No. of soft ray of dorsal fin	11.0 \pm 0.5 (10-12)	10.8 \pm 0.6 (10-12)	10.4 \pm 0.7 (9-12)	10.6 \pm 0.6 (10-12)	10.5 \pm 0.5 (10-12)	10.3 \pm 0.5 (10-11)
No. of soft ray of ventral fin	1.7 \pm 0.5 (1-2)	1.2 \pm 0.8 (1-2)	1.8 \pm 0.5 (1-2)	1.8 \pm 0.4 (1-2)	1.8 \pm 0.4 (1-2)	1.8 \pm 0.4 (1-2)
No. of soft ray of anal fin	10.0 \pm 0.5 (9-11)	9.6 \pm 0.6 (9-11)	9.5 \pm 0.7 (8-11)	9.3 \pm 0.5 (8-10)	9.4 \pm 0.5 (8-11)	9.5 \pm 0.5 (9-10)
No. of scute	33.4 \pm 0.6 (32-34)	33.1 \pm 0.9 (32-35)	32.1 \pm 0.6 (31-33)	33.1 \pm 0.9 (31-35)	32.1 \pm 0.6 (31-34)	32.1 \pm 0.4 (31-34)
No. of gill raker	11.9 \pm 1.1 (10-14)	12.3 \pm 1.0 (11-14)	11.4 \pm 1.1 (9-13)	10.5 \pm 0.7 (9-11)	11.2 \pm 0.8 (10-13)	11.5 \pm 0.7 (10-12)
No. of vertebrae	34.4 \pm 0.5 (34-35)	33.2 \pm 1.5 (28-35)	32.7 \pm 0.6 (32-33)	32.4 \pm 0.6 (31-33)	32.1 \pm 0.7 (31-33)	32.7 \pm 0.7 (32-33)

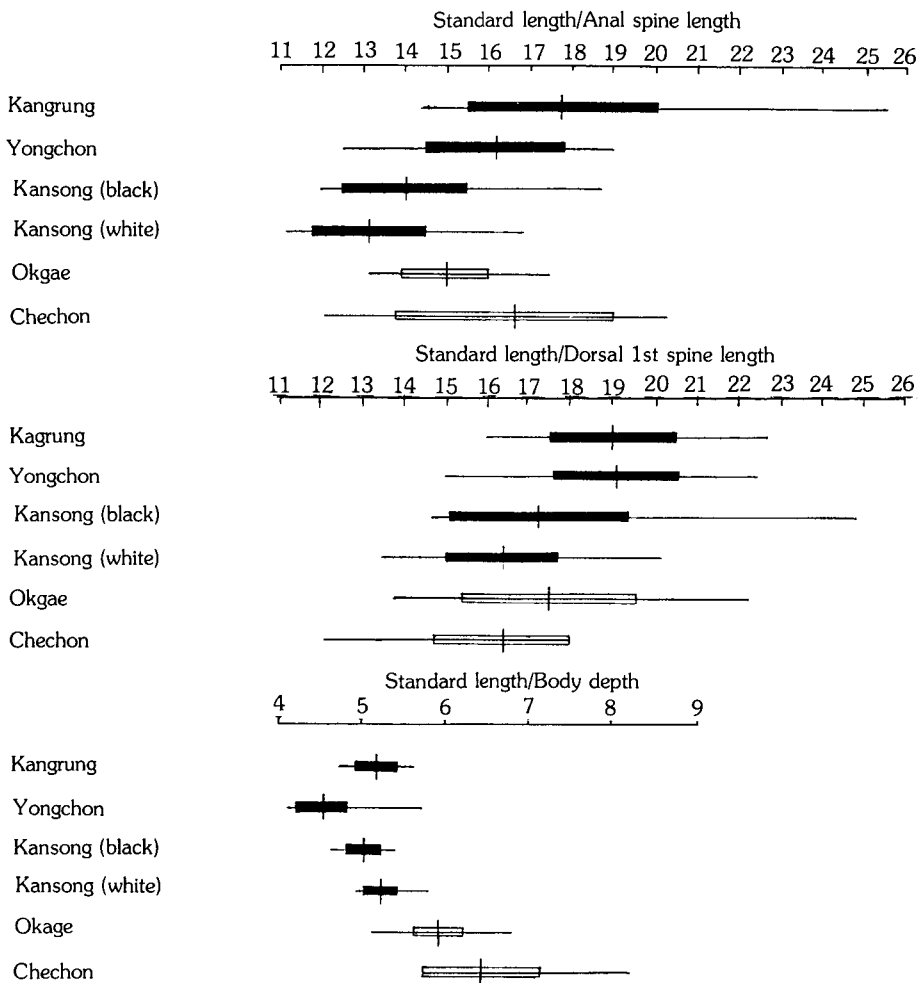


Fig. 3. Comparisons of morphometric characters of 6 populations in the two species of the genus *Pungitius* in Korea. Solid rectangles mean *P. kaibarae* ssp. and open rectangles, *P. sinensis*. In each samples, the vertical bars indicate mean of sample; the rectangles, 1 SD on each side of the mean; and the horizontal bars, range of sample.

지느러미 연조수 형질로서 제천집단이 1.2개이고, 옥계집단이 1.7개로 지역간에도 구별이 되어 ($P < 0.05$) 주목되었다. 그러나 *P. kaibarae* ssp.의 간성 집단에서는 등지느러미가시 기초막의 색깔이 대부분 검정색을 지니고 있으나 일부 표본에서는 *P. sinensis* 처럼 백색 혹은 담회색을 나타낸 것이 있어서, 검정색의 기초막을 가진 개체를 흑색형 (black form)이라 하고, 백색 혹은 담회색의 기초막을 지닌 개체를 백색형 (white form)으로 구분하여 계수 계측형질을 비교하였던 바, Table 3과 Fig.3에서 보는 바와 같이 유의한 차이는 없이 거의 비슷하였다.

2. 핵형

*Gasterosteus aculeatus*의 광양과 양산집단의 핵형은 모두 metacentric이 6개, sub-metacentric이 6개, subtelo-acrocentric이 30개로서 2N이 42이고 arm number는 54로 집단

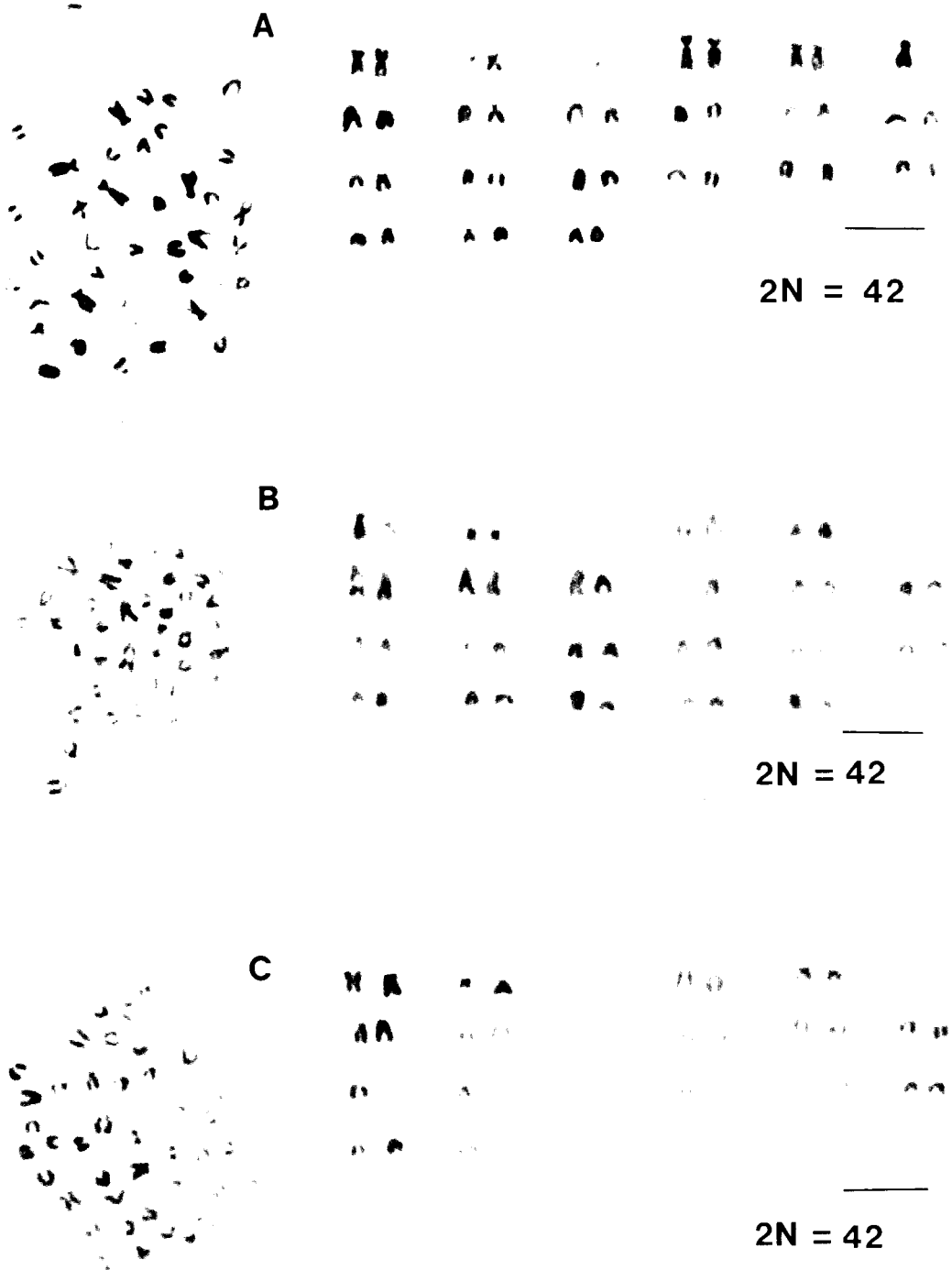


Fig. 4. Metaphase plate and karyotype of *Gasterosteus aculeatus* (A), *Pungitius sinensis* (Okgae, B), and *P. kaibarae* ssp. (Kansong, C). Bar indicates 5 μ m.

Table 4. Karyotypes of the family Gasterosteidae from Korea

Species and Localities	No. of specimens	No. of cells observed	2n	Formula*	AN**
<i>Gasterosteus aculeatus</i>					
Yangsan(Joachon R.)	5♂:2♂	61	42	6M+6SM+30ST·A	54
Kwangyang(Somjin R.)	2♀:1♂	27	42	6M+6SM+30ST·A	54
<i>Pungitius sinensis</i>					
Chechon(Uirim Resevior)	3♀:1♂	28	42	4M+4SM+34ST·A	50
Okgae(Jusoochon R.)	2♀:3♂	47	42	4M+4SM+34ST·A	50
<i>Pungitius kaibarae</i> ssp.					
Kansong(Bukchon R.)	2♀:6♂	58	42	4M+4SM+34ST·A	50

*M·SM·ST·A: Metacentric·submetacentric·subtelocentric·acrocentric chromosome.

**AN: Arm number.

이나 개체사이에 큰 차이가 없었다(Table 4; Fig. 4). 또 제천과 옥계의 *Pungitius sinensis* 와 간성의 *P.kaibarae* ssp.의 핵형조사결과는 3집단 모두 metacentrics 4개, submetacentrics 4개이고, subtelo-acrocentrics이 34개, 2N이 42이며, arm number는 50으로 역시 종간이나 집단 혹은 개체간에 차이는 보이지 않지만 *Pungitius*속 2종은 모두 3쌍의 비교적 큰 subtelo-acrocentric chromosome이 있어서 주목되었다(Table 4; Fig. 4).

분류와 분포에 관한 고찰

*G. aculeatus*는 체측 인판수가 30-35개인 완판형(trachurus)과 3-7개인 저판형(leirus) 그리고 인판수가 9-30개인 반판형(semiarmatus)으로 구별되어 왔는데, 이러한 형질은 그들의 서식환경이나 생태와 직접적으로 관련되어서 오래 전부터 분류학적으로 많은 논의가 있었다(Hagen, 1967; Miller and Hubbs, 1969; Hagen and McPhail, 1970; Hagen and Moodie, 1982). 미국산 *G. aculeatus*는 지리적 변이가 보고 되었을 뿐만 아니라, 그들이 서식하는 장소에 포식성 어류의 출현여부에 따라 방어용 무기로 사용하는 등지느러미가시의 길이가 현저히 구별되었고(Hagen and Gilbertson, 1972; Moodie and Reimchen, 1976). Enos lake에서는 표층에 사는 집단과 저층에 사는 집단사이에 체형, 가슴지느러미와 입의 길이 및 눈 크기 등의 형태적 차이가 뚜렷한 사실을 근거로 하여 이 분류군을 복합종(species complex)으로 하였다(Baumgartner et al., 1988). 한편 일본에서는 본 종의 회유성인 완판형을 *G. aculeatus aculeatus*라 하고, 담수에 적응한 저판형 집단을 *G. aculeatus microcephalus*로 구별 하였는데(池田, 1933), 최근 Mori(1987a, b)는 일본 중부 담수역에서만 출현하는 육봉저판형의 지리적 변이에 대하여 이들 집단도 분류학적으로 다른 종이 됨을 지적하면서 이들의 생식 생태도 보고하였다. 그러나 한국산 *G. aculeatus*는 본조사 결과에서와 같이 체측인판수, 세파수, 척추골수 및 계측치등의 여러형질이 지역집단 사이에 분류적으로 구별되지 않는 점으로 보아 한국산 본 종의 조사집단은 모두 *G. aculeatus*의 완판형(trachurus)에 해당하였다. 그리고 이전의 보고나 본 조사에서도 저판형이나 반판형이 나타나지 않는 점으로 보아 국내에

서 육봉형의 출현 보고는 의문시된다.

가시고기속(*Pungitius*) 어류도 *G. aculeatus*처럼 변이가 다양하여 등지느러미의 가시가 7-12개이고 체측인판도 없는 것에서 부터 34개의 인판으로 완전히 덮힌 집단이 있는데, 이들의 형태와 지리적 분포의 기준으로 *P. pungitius*와 *P. platygaster*로 분류되고, 또 *P. pungitius*를 *P. p. leavis*, *P. p. tymensis* 및 *P. p. sinensis*의 3아종으로 구분하였으나(Wooton, 1976), 일본에서는 이 아종을 오래 전부터 독립된 종으로 분류하기도 하였다(池田, 1933). 그 후 高川等(1984)은 北海道産 *P. tymensis*는 독립된 종으로서 특징을 보이지만 *P. pungitius*와 *P. sinensis*는 서로 아종수준에 해당한다고 하였고, 川中(1982)는 東北·北陸地方의 *P. pungitius*와 *P. sinensis*의 동소적 집단에서도 자연교잡이 낮은 빈도로 나타남을 보고한 바 있다. 한편 田中(1915)는 일본 京都와 兵庫地方에서 채집된 표본은 등지느러미 가시기조막이 흑색이고 등지느러미 가시수나 인판수가 *P. sinensis*의 그것 보다 작아서 이 집단을 *Pungitius pungitius kaibarae*의 아종으로 정리하면서 한반도 원산의 표본도 이 아종이라 하였다. 그 후 鄭(1977)은 잔가시고기 *P. p. kaibarae*가 우리나라 청진과 원산에 출현한다고 하였는데, 川(1987)은 잔가시고기 *P. sinensis kaibarae*가 우리나라 동해안안의 여러 하천과 낙동강(영천)에도 출현함을 보고하면서 앞으로 분류학적 정밀한 조사를 요한다고 하였다. 蔡(1988)도 한국산 가시고기 *P. sinensis*의 형질분석에서 *P. s. kaibarae*는 *P. s. sinensis*와는 이소적으로 분포하고 이 2 아종간에 여러형질이 차이가 있음을 근거로 하여 아종이 된다고 하였다. 본 조사에서는 한국산 *P. sinensis*의 계수 계측형질은 Table 3과 Fig. 3에 나타난 바와 같이 종전에 보고된 한국과 일본산 표본의 보고내용과 잘 일치되지만(宮池等, 1976; 蔡, 1988), 등지느러미가시 기조막에 검정색을 띤 *P. kaibarae* ssp.의 집단은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 같은 속에 해당하는 종인 *P. sinensis*와는 지리적으로는 이소적(allopatric)으로 출현하고 있으나, 이 두 분류군이 서로 모자이크 분포를 하고 있어서, Mayr(1969)의 분류개념에서 볼 때 이 두 분류군은 아종관계라기 보다는 동일종내의 변이이거나, 아니면 별종이 된다고 본다. 그런데 앞의 조사 결과에서 언급한 바와 같이 이 두 분류군은 기조막의 색깔 뿐만아니라 등지느러미 가시수, 척추골수 및 체고비등에 있어서 현저한 차이를 보여주고 있고 또 蔡(1988)가 보고한 바와 같이 두 분류군사이에 형태적으로 잘 구분되고 있어서 동일종내의 변이로 취급하기보다는 오히려 별종인 *P. kaibarae*로 보는 것이 타당하다고 생각한다. 그러나 한국산 *kaibarae* 집단은 본 조사의 *P. sinensis*와의 비교에서 본 바와 같이 등지느러미가시의 길이에 있어서 거의 비슷한데다(Fig. 3), 川中等(1982)이 한국의 강릉 *kaibarae* 집단과 일본산 *P. kaibarae* 표본과의 비교에서 이미 지적한 바와 같이 한국산 표본은 일본산 표본에 비하여 체형이 smart하고 등지느러미 가시가 길며, 가시기조막의 크기가 작은 점등으로 보아 형태적으로 다르기 때문에 분류학적으로 구별되는 것이 바람직하다고 판단되어 본 연구에서는 한국산 이 집단을 잠정적으로 *P. kaibarae* ssp.로 표시하였다. 앞으로 이 분류군에 대한 형태 뿐만 아니라 생리생태, 행동 및 생활사에 대한 비교연구로 분류학적 위치의 구명이 요구된다. 한편 *P. kaibarae* ssp.의 간성집단에는 등지느러미가시 기조막의 색깔이 검정색인 흑색형(black form)과 백색형(white form)이 출현하였는데 이 두가지 형의 다른형질에 있어서는 서로 차이가 없고(Table 3; Fig. 3), 기조막도 *P. sinensis*처럼 투명하지 않고 담회색을 띠고 있는 점등으로 보아 이것은 집단내에서 나타나는 개체변이라고 생각된다. 한편 川(1987)은 우리나라 동해연안에 유입하는 몇개의 하천에는 *P. sinensis*와 *P. kaibarae*가 동소적으로 출현한다고 보고 하였으나, 蔡(1988)는 이에 대하여 이소적이라 하였다. 본 조사에서는 앞에서 본 바와 같이 간성 집단에서 두가지 형이 출현되어 혼동되었으나 이것은 간성집단의 *P.*

kaibarae ssp.에서 보여준 바와 같은 변이와 관련된 것이 아닌가 사료되었다 동소적 분포가 나타날 가능성은 있다고 본다.

G. aculeatus, *P. sinensis* 및 *P. kaibarae* ssp. 3종의 염색체수는 모두 $2N=42$ 개로 동일하였으나, 염색체구성에 있어서 *G. aculeatus*는 metacentric과 submetacentric chromosome이 각각 6개씩인데 비하여 *P. sinensis*와 *P. kaibarae* ssp.는 이들이 각각 4개씩 이어서 서로 구별되었다. 또 이러한 결과는 Chen and Reisman(1970)이 북아메리카의 큰가시고기와 어류의 핵형조사에서 보고한 *G. aculeatus*의 염색체수나 핵형과는 잘 일치하지만 *P. pungitius*의 염색체구성과는 차이가 있었다. 즉 미국산 *P. pungitius*는 metacentric이 16개, submetacentric chromosome이 12개, acrocentrics이 14로서 염색체수는 42개이고 arm number가 70이어서, 한국산 *Pungitius*속 어류의 핵형과는 상당히 다른 양상을 보여주었으나, 일본산 *P. pungitius* complex의 핵형조사결과(Muramoto *et al.*, 1969)와는 염색체수나 핵형구성에 있어서도 잘 일치되어 계통상으로는 동물지리적으로 볼 때 매우 주목되므로 이에 관한 비교 검토가 요구된다.

田中(1982)는 일본의 東北·北陸地方에 서식하는 *P. pungitius*와 *sinensis*의 형태변이에 관한 조사에서 2종 모두 지리적 변이가 있었는데 그들의 동소적 집단에서는 낮은 빈도로 자연 교잡이 이루어짐을 확인하였고 Takada *et al.*(1987 a, b)도 北海道産 *P. tymensis*는 *P. sinensis*와 *P. pungitius*에 비해서 독립된 종으로서 특징을 보여주었으나 *P. sinensis*와 *P. pungitius*는 그들의 형태변이나 지리적 분포로 볼 때 이들은 종이하의 수준이 된다고 하였고, Niwa(1987)도 전기영동분석에 의한 유전자 빈도의 비교로 *P. tymensis*는 *P. sinensis*와 *P. pungitius*의 2종과는 생식적으로 격리되지만 *P. sinensis*와 *P. pungitius*는 동일한 생식 집단일 가능성을 시사하여 이 2종은 Berg(1949)가 이미 보고한 바와 같이 아종관계일 수도 있어, 한국의 동북부 지역에 출현하는 *P. pungitius*, *P. sinensis*, 및 *P. kaibarae* ssp. 집단의 유전자에 대한 생화학적 분석과 이들에 대한 생식적인 격리 유무에 대한 면밀한 조사 검토가 요망된다.

*G. aculeatus*는 북반구의 $35^{\circ}N$ 와 $70^{\circ}N$ 사이에 있는 유우라시아와 북미대륙의 연안에 제한 분포한다고 알려졌으나(Wooton, 1976), 본 조사에서 이 종의 표본의 서식이 확인된 영암, 강진 및 광양의 담수역은 $34.45^{\circ}N$ 부근이어서 이 지역이 본종의 자연분포에 있어서 최남단에 해당된다고 본다. *P. sinensis*는 한반도와 중국대륙의 양자강하류 유역, 일본의 北海道와 本州 및 동북부 시베리아연안의 담수역에 주로 서식하는데, 국내에서는 동해 연안의 여러 하천의 하류에 분포하여 이 곳의 서식지가 우리나라에 있어서 *P. sinensis* 자연분포의 최남단이 된다. 그러나 제천의 *P. sinensis*는 자연분포에 의한 것이라기 보다는 부산수산시험장 이식사업으로 함경남도 용흥강에서 제천 의림지에 빙어 *Hypomesus olidus*가 이식되면서(藤本, 1928), 그곳에 서식하던 *P. sinensis*도 동시에 이식된 후 이 곳에 적응하여 이 곳에 서식하는 독립된 집단으로 추정된다. *P. kaibarae*는 일본의 京都와 兵庫에서 발견되었으나 최근 일본에서의 자연집단은 멸절되었지만 우리나라 동해 연안에 유입하는 여러 하천에서는 지금도 서식하고 있어서 이 집단은 학술적으로 귀중한 재료가 된다. 그리고 연안에서 떨어진 낙동강 상지류인 영천의 *P. kaibarae* ssp. 집단은 그들이 서식하는 금호강의 상류가 동해로 유입되는 형산강의 상류와 근접되고 있어서 형산강에 서식하는 *P. kaibarae* ssp. 집단의 일부가 하천쟁탈에 의하여 금호강의 상류에 유입되었다고 추측되지만 이 점에 관하여서는 추후 별도의 조사연구가 요망된다.

요 약

우리나라 연안과 담수역에 서식하는 큰가시고기과(Gasterosteidae)어류의 많은 표본은 1988년 3월부터 1989년 6월까지 채집하여 이들의 형태변이와 분류학적 위치에 대하여 검토하였다. 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus* 6개 조사집단의 체측인판수는 모두 32-35개였고 그 형태는 완판형으로 국내에서는 아직 육봉형이라고 생각되는 저판형이나 반판형은 발견되지 않았다. *G. aculeatus*의 척추골수, 세파수, 지느러미 기조수 등의 계수형질이나, 두장, 안경 및 등지느러미가시길이의 계측치는 집단간에 뚜렷한 차이가 없었다. 가시고기 *Pungitius sinensis*와 잔가시고기 *P. kaibarae* ssp. 집단의 체측인판수는 모두 31-35개의 완판형이었고, 등지느러미가시 기조수, 척추골수 및 체고비등에 있어서 2종간에 구별되었지만, 잔가시고기 *P. kaibarae* ssp.의 집단에는 등지느러미가시 기조막에 담회색을 띤 표본(white form)이 출현하였는데 이것은 이들이 서식하는 환경과 관련된 변이라고 본다. 이 2종의 염색체의 수는 모두 $2N=42$ 로서 같지만 *G. aculeatus*의 핵형은 metacentrics이 6개, submetacentrics이 6개, subtelo-acrocentrics이 30개이고, *P. sinensis*와 *P. kaibarae* ssp.는 모두 metacentrics이 4개, submetacentrics이 4개, subtelo-acrocentrics이 34개로 2속 사이에는 서로 달랐다.

참 고 문 헌

- Baumgartner, J. V., M. A. Bell, and P. H. Weinberg, 1988. Body form differences between the Enos Lake species pair of threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* complex). *Can. J. Zool.*, **66**: 467-474.
- Berg, L. S., 1949. Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. Vol. 3 (2nd ed.). Transl. in 1964 by O.Ronen. IPST Pr. Jerusalem. pp. 510.
- Chen, T. R. and H. M. Reisman, 1970. A comparative chromosome study of the North American species of sticklebacks (Teleostei: Gasterosteidae). *Cytogenetics*, **9**: 321-332.
- Hagen, D. W., 1967. Isolating mechanisms in threespine sticklebacks (*Gasterosteus*). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **24**: 1637-1692.
- Hagen, D. W. and L. G. Gilbertson, 1972. Geographic variation and environmental selection in *Gasterosteus aculeatus* in the Pacific Northwest, America. *Evolution*, **26**: 32-51.
- Hagen, D. W. and J. D. McPhail, 1970. The species problem within *Gasterosteus aculeatus* on the Pacific coast of North America. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **27**: 147-155.
- Hagen, D. W. and G. E. E. Moodie, 1982. Polymorphism for plate morphs in *Gasterosteus aculeatus* on the east coast of Canada and hypothesis for their global distribution. *Can. J. Zool.*, **60**: 1032-1042.
- Mayr, E., 1969. Principles of systematic zoology. McGraw-Hill, Inc. Bombay-New Delhi, pp. 428.
- Miller, R. R. and C. L. Hubbs, 1969. Systematics of *Gasterosteus aculeatus* with particular reference to intergradation and introgression along the Pacific coast of North America: a commentary on a recent contribution. *Copeia*, **1969**: 52-69.
- Moodie, G. E. E. and T. E. Reimchen, 1976. Phenetic variation and habitat differences in *Gasterosteus* populations of the Queen Charlotte Islands. *Syst. Zool.*, **25**: 49-61.

- Mori, S., 1987a. Geographical variation in freshwater populations of the threespine sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*, in Japan. Japan. J. Ichthyol., **34**: 33-46.
- Mori, S., 1987b. Divergence in reproductive ecology of the threespined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. Japan. J. Ichthyol., **34**: 165-175.
- Mori, T., 1952. Check list of the fishes of Korea. Mem. Hyogo Univ. Agri. **1**(3, Biol. Ser. No.1), 1-228.
- Muramoto, J., K. Igarashi, M. Itho and S. Makino, 1969. A study of the chromosome and enzymatic patterns of sticklebacks of Japan. Proc. Japan. Acad., **45**: 803-807.
- Nelson, J. S., 1984. Fishes of the world. John Wiley & Sons, New York. pp. 523.
- Niwa, T., 1987. Comparison of the gene frequency between sympatric population of ninespine sticklebacks, Genus *Pungitius*, in Hokkaido, Japan. Japan. J. Ichthyol., **34**: 184-190.
- Reimchen, T. E., 1983. Structural relationships between spines and lateral plates in threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). Evolution, **37**: 931-946.
- Reimchen, T. E. and J. S. Nelson, 1987. Habitat and morphological correlates to vertebral number as shown in a teleost, *Gasterosteus aculeatus*. Copeia, **1987**: 868-874.
- Takada, K., A. Goto and F. Yamazaki, 1987a. Biochemical identification of a brackish water type of *Pungitius pungitius*, and ecological features in Hokkaido, Japan. Japan. J. Ichthyol., **34**: 176-183.
- Takada, K., A. Goto and F. Yamazaki, 1987b. Genetic differences of *Pungitius pungitius* and *P. sinensis* in a small pond of the Omono river system, Japan. Japan. J. Ichthyol., **34**: 384-386.
- Wootton R. J., 1976. The biology of the sticklebacks. Academic press. London. pp. 387.
- 蔡秉洙, 1988. 韓國産 가시고기 (*Pungitius sinensis* : Gasterosteidae)의 形質分析에 의한 分類. 慶北 大 理學 博 士 學 位 論 文. pp. 82.
- 蔡秉洙·楊洪準, 1988. 잔가시고기 *Pungitius sinensis kaibarae* (Tanaka), 두 개체군에 대한 형태비교. 韓陸水誌, **21**(2) : 79-91.
- 鄭文基, 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, 서울. pp. 727.
- 田祥麟, 1987. 韓國産 독종개과 및 큰가시고기과 周緣性淡水魚의 檢索과 分布. 祥明女大論文集, **19** : 549-576.
- 金益秀·李芝賢, 1986. 韓國南部地方에 棲息하는 기름종개屬(*Cobitis*)魚類의 核型比較. 韓水誌, **19**(3) : 257-264.
- 宮池傳三郎·那部浩哉·水野信彦, 1976. 原色日本淡水魚類圖鑑. 保育社. 大阪. pp. 466.
- 池田嘉平, 1933. トゲウオの分布と其の變異. 日本動物學雜誌, **45** : 141-173.
- 松原喜代松, 1955. 魚類의 形態と檢索(1, 2, 3). 石崎書店. 東京. pp. 1635.
- 森 爲三·內田惠太郎, 1934. 補訂朝鮮魚類目錄. 朝鮮博物學會雜誌, **19** : 1-23.
- 藤本正男, 1928. わかさき移殖試驗. 朝鮮總督府水産試驗場報告, 釜山. pp. 1-472.
- 田中善, 1982. 東北北陸地方における イベラトミヨの形態の變異. 日本魚類學雜誌, **29** : 203-21.
- 田中善·平井賢一·田祥麟, 1982. 韓國の發見された ミナミトミヨと京都産ミナミトミヨの形態の比較. 淡水魚, **8** : 70-72.
- 田中茂穂, 1915. 日本産魚類十新種. 日本動物學雜誌, **27** : 565-568.
- 高田啓介·後藤晃·浜田啓吉, 1984. 北海道におけるトミヨ屬魚類3種と地理的分布と形態變異. 日本魚類學雜誌, **31** : 312-326.

수령 : 1989. 7. 26.

채택 : 1989. 10. 20.