

한국산 잉어과 (Cyprinidae) 어류의 眼窩環部骨에 대하여

남 명 모 · 양 흥 준*

청평내수면연구소 · *경북대학교 생물교육과

잉어과 어류의 골학적 특징을 조사하기 위해 한국산 5아과 44종과 중국산 *Saurogobio dabryi* 및 *Gobiobotia* 속의 3종을 대상으로 하여 眼窩環部骨의 형태학적 특징을 비교 검토하였다.

Pungtungia herzi, *Pseudopungtungia nigra* 그리고 *Pseudopungtungia tenuicarpus*에서는 第1眼下骨이 전방으로 신장되어 유연관계가 가깝게 나타났으며, *Hemibarbus labeo*, *Hemibarbus longirostris* 그리고 *Hemibarbus mylodon*에서는 제1안하골에서 제5안하골까지 감각관을 따라 감각관의 복부가 개방되어 骨側面에 側骨板이 길게 발달된 독특한 group을 이루었다.

*Microphysogobio*에서는 제1, 2, 3안하골의 폭이 크게 확장되어 있으며 제1안하골은 정삼각형에 가까운 형태이고, 제2안하골이 제1안하골의 후단을 길게 덮었다. *Microphysogobio*와 함께 *Pseudogobio esocinus*와 *Saurogobio dabryi*에서도 제1안하골이 전방으로 확장되어 있으며, 제2안하골과 넓게 접하고, 제2, 3, 4안하골로 갈수록 폭이 좁아져서 가까운 유연관계를 나타내었다. *Gobiobotia*에서는 안하골이 많이 퇴화되었다.

*Acheilognathinae*는 제3, 4안하골이 길고 폭이 넓어서 *Cyprininae*와 유연관계가 가까웠다.

*Culter brevicauda*는 안상골이 짧고 제4, 5안하골의 폭이 좁은점에서 *Gobioninae*와 유사한 점이 있었다. 그러나 제1안하골이 전방으로 신장되지 않았으며, 제2안하골이 제3안하골보다 폭이 좁은점에서 구분되었다.

*Leuciscinae*는 *Phoxinus phoxinus*, *Moroco oxycephalus* 그리고 *Moroco kumgangensis*을 포함한 *Moroco group*과 *Zacco platypus*, *Zacco temmincki* 그리고 *Opsariichthys bidens*를 포함하는 *Zacco group*으로 구분되었다. *Moroco group*은 안상골이 짧고 제1안하골이 전방으로 신장되었다.

서 론

잉어과 어류는 전 세계적으로 210속 2,010여종이 알려져 있고(Nelson, 1994), 많은 종들이 동아시아에 분포하며 진화된 집단이 많이 나타나기 때문에 이 지역이 종분화의 중심지로 추정된다(Bond, 1979; Chen *et al.*, 1984). 잉어과의 아과 구분에 대하여 伍等(1964, 1977)은 10아과, Gosline(1978)은 5아과, Chen *et al.*(1984)은 10아과, 그리고 成·鄭(1987) 및 朱(1995)는 12아과로

구분하였다. 또 Mori(1933)는 *Saurogobio*, *Gobiobotia* 그리고 *Microphysogobio*를 포함하여 *Gobiobotinae*를 창설하였으나 Banarescu and Nalbant(1973), 金(1988, 1997) 그리고 崔等(1990)은 이를 모두 *Gobioninae*에 포함시키는 등 분류학적으로 논란이 많다.

한편 한국산 잉어과 어류에 대하여 鄭(1977)은 2아과 38속 69종 2아종, 田(1980)은 8아과 31속 53종, 崔等(1990)은 5아과 30속 59종 4아종, 김(1997)은 6아과 33속 54종 4아종으로 정리하고 있다.

어류의 골격계는 체형을 유지하며, 내부의 여러 기관을 보호하는 기본적인 구조로서 운동기능의 발달과 환경에의 적응성에 따라 많은 변이를 나타내고 있다. 이러한 골격은 형태학적으로 안정된 형질이어서 이것을 속 또는 종간에 비교하여 계통진화학적인 유연관계를 밝힐 수 있는 하나의 중요한 형질이다.

전술한 바와 같이 잉어과 어류는 분류군의 설정에 췌관이 많으므로, 안정된 형질인 골격을 중심으로 각 종의 형태학적 특징과 계통분류학적인 유연관계를 밝힐 필요가 있다. 본 연구에서는 이러한 목적의 일환으로 안와환부골의 형태학적 특징을 기재하여 계통분류학적인 연구의 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

연구에 사용한 재료는 1983년부터 1991년 6월까지 전국 각 지역에서 채집한 표본과 경북대학교 사범대학 생물교육과 표본실에 보관된 표본 등 22속 44종과, 중국산 *S. dabryi*, *G. filifer*, *G. meridionalis*, *G. nudicorpa* 그리고 *G. bouleengeri*의 표본 등 2속 4종을 대상으로 하였다. 비교군(out group)으로는 잉어목에 속하는 미꾸리과의 *N. toni*, *L. costata*, *N. multifasciata*, *C. rotundicaudata* 그리고 *C. taenia taenia*를 참고하였다. 골격의 분석에 이용한 어종 및 개체수는 아래와 같다.

韓國産 標本

1. *Cyprinus carpio* Linnaeus 잉어 : 1988. 05. 20, 대구광역시 북구 검단동, 139.6~205.5mm, 5개체 ; 1990. 08. 26, 대구광역시 북구 동변동, 142.3mm, 1개체.
2. *Carassius auratus* (Linnaeus) 붕어 : 1988. 05. 20, 대구광역시 북구 검단동, 93.5~150.0mm, 5개체 ; 1991. 04. 21, 경상북도 영천시 금노동, 107.4~159.3mm, 7개체 ; 1991. 04. 21, 경상북도 영천시 신령면 부산리, 132.4mm, 1개체.
3. *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel) 참붕어 : 1988. 05. 15, 대구광역시 동구 불로동, 70.2~82.3mm, 3개체 ; 1989. 10. 17, 경상북도 경산시 하양읍, 52.4~63.8mm, 4개체 ; 1990. 07. 03, 경상북도 경산시 하양읍, 54.5~62.1mm, 4개체.
4. *Pungtungia herzi* Herzenstein 돌고기 : 1989. 04. 08, 충청북도 영동군 황간면 원촌리, 68.8~84.6mm, 2개체 ; 1989. 11. 11, 전라북도 임실군 강진면, 59.1~90.2mm, 2개체 ; 1989. 11. 12, 전라남도 곡성군 고달면 호곡리, 66.1mm, 1개체.
5. *Gnathopogon strigatus* (Regan) 줄물개 : 1990. 07. 31, 충청북도 청원군 오창면, 47.5mm, 1개체.
6. *Hemibarbus labeo* (Pallas) 누치 : 1973. 03. 26, 경상남도 밀양시 삼랑진읍, 101.0~150.3mm, 3개체 ; 1991. 06. 28, 경상남도 양산군 물금면 물금리, 70.8mm, 1개체.
7. *Hemibarbus longirostris* (Regan) 참마자 : 1972. 12. 09, 경상북도 경산시 하양읍, 96.6mm, 1개체 ; 1989. 04. 08, 충청북도 영동군 황간면 원촌리, 70.7~99.4mm, 3개체 ; 1990. 10. 29, 강원도 홍천군 동면 덕치리, 59.8~63.7mm, 2개체 ; 1990. 10. 30, 충청북도 제천시 봉양읍 학산리, 85.6~91.2mm, 3개체.
8. *Hemibarbus mylodon* (Berg) 어름치 : 1990. 05. 12, 강원도 인제군 상남면, 53.0mm, 1개체.
9. *Squalidus gracilis majimae* (Jordan et Hubbs) 긴물개 : 1987. 10. 03, 경상남도 양산시 양산천, 74.0~77.5mm, 4개체 ; 1988. 09. 04, 경상북도 영주시 부석면 소천리, 74.0~80.5mm, 2개체 ; 1989. 10. 17, 경상북도 경산시 하양읍, 61.6~79.1mm, 5개체.
10. *Squalidus chankaensis tsuchigae* (Jordan et Hubbs) 참물개 : 1973. 03. 26, 경상남도 밀양시 삼랑진읍, 91.3~100.5mm, 2개체 ; 1983. 10. 01, 경상북도 김천시 지례면 교리, 97.6~99.5mm, 2개체 ; 1990. 09. 09, 경상남도 밀양시 무안면 신법리, 68.4~74.0mm, 2개체.
11. *Squalidus multimaculatus* Hosoya et Jeon 점물개 : 1985. 10. 24, 경상북도 영덕군 영해면, 59.6~66.6mm, 3개체 ; 1987. 10. 11, 경상북도 경주시 내남면, 56.0~65.0mm, 6개체.
12. *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* Mori 참중고기 : 1983. 08. 12, 충청북도 옥천군 동이면, 87.0~93.6mm, 2개체 ; 1985. 08. 08, 경상북도 영양군 일월면, 69.5~70.4mm, 2개체 ; 1985. 08. 07, 경상북도 청송군 진보면 후평동, 72.9mm, 1개체.
13. *Sarcocheilichthys nigripinnis morii* Jordan et Hubbs 중고기 : 1990. 10. 12, 충청남도 논산시 부직면 아호리, 50.2~58.8mm, 2개체.
14. *Coreoleuciscus splendidus* Mori 쉬리 : 1990. 10. 29, 강원도 횡성군 공근면 청곡리, 41.8~47.6mm, 2개체 ; 1990. 10. 30, 충청북도 제천시 봉양읍 학산리, 84.6~100.2mm, 2개체 ; 1991. 06. 22, 경상남도 밀양시, 68.0mm, 1개체.
15. *Pseudopungtungia nigra* Mori 감돌고기 : 1989. 04. 08, 충청북도 영동군 황간면 원촌리, 67.5~74.4mm, 3개체.
16. *Pseudopungtungia tenuicorpus* Jeon et Choi 가는돌고기 : 1990. 05. 12, 강원도 인제군 상남면, 61.0mm, 1개체.
17. *Pseudogobio esocinus* (Temminck et Schlegel) 모래무지 : 1983. 08. 16, 충청북도 옥천군 동이면, 116.5mm, 1개체 ; 1989. 11. 12, 전라북도 남원시, 77.7mm, 1개체 ; 1990. 10. 30, 충청북도 제천시 봉양읍 학산리, 140.0mm, 1개체.
18. *Saurogobio dabryi* Bleeker 두우쟁이 : 1991. 06. 23, 경기도 파주시 문산읍, 135.0mm, 1개체.
19. *Microphysogobio longidorsalis* Mori 배가사리 : 1990. 11. 14, 강원도 홍천군 내촌면 도관리, 87.7~100.5mm, 2개체 ; 1990. 05. 12, 강원도 인제군 상남면 미산리,

- 87.6mm, 1개체; 1990. 10. 28, 강원도 홍천군 화촌면 줄은리, 98.5mm, 1개체.
20. *Microphysogobio korensis* Mori 모래주사: 1973. 08. 26, 경상남도 밀양시, 69.7mm, 1개체.
 21. *Microphysogobio yaluensis* (Mori) 돌마자: 1983. 06. 10, 경상남도 합천군 봉산면, 76.6mm, 1개체; 1988. 05. 23, 경상북도 예천군 호명면, 54.5~61.9mm, 5개체; 1988. 09. 18, 경상북도 영주시 아지동, 54.6~65.5mm, 4개체; 1991. 06. 22, 경상남도 밀양시, 53.4mm, 1개체.
 22. *Microphysogobio tungtingensis uchidai* Banarescu et Nalbant 땡경모치: 1973. 08. 26, 경상남도 밀양시, 54.7~58.6mm, 2개체.
 23. *Gobiobotia naktongensis* Mori 흰수마자: 1983. 04. 15, 경상북도 영주시, 46.4~52.4mm, 4개체; 1984. 07. 20, 경상북도 안동시, 47.0~51.5mm, 3개체.
 24. *Gobiobotia macrocephalus* Mori 꾸구리: 1990. 08. 02, 충청북도 영동군 황간면, 46.7mm, 1개체; 1990. 08. 02, 강원도 홍천군 북방면 소매곡리, 61.3mm, 1개체; 1991. 06. 14, 전라북도 무주군 무주읍 내도리, 57.0mm, 1개체.
 25. *Gobiobotia breviarva* Mori 돌상어: 1990. 05. 12, 강원도 인제군 상남면, 86.5~95.4mm, 2개체; 1990. 08. 02, 충청북도 영동군 황간면, 66.5~72.0mm, 2개체; 1991. 06. 14, 전라북도 무주군 무주읍 내도리, 71.0mm, 1개체.
 26. *Rhodeus ocellatus* (Kner) 흰줄납줄개: 1991. 03. 23, 대구광역시 동구 괴정동, 43.1~54.8mm, 9개체.
 27. *Rhodeus sericus* (Pallas) 납줄개: 1990. 10. 29, 강원도 횡성군 공근면 청곡리, 34.5~57mm, 7개체.
 28. *Rhodeus notatus* Nichols 떡납줄갱이: 1990. 10. 12, 충청남도 논산시 부적면 아호리, 30.2~36.0mm, 6개체; 1990. 10. 12, 전라북도 완주군 고산면 읍내리, 33.7~47.0mm, 4개체.
 29. *Rhodeus uyekii* (Mori) 각시붕어: 1989. 10. 29, 경상북도 경산시 하양읍 시천동, 45.2~47.0mm, 3개체; 1989. 11. 11, 전라북도 임실군 강진면, 39.5~44.5mm, 3개체.
 30. *Acheilognathus lanceolatus* (Temminck et Schlegel) 납자루: 1989. 11. 11, 전라북도 임실군 강진면, 75.0~80.5mm, 2개체; 1989. 11. 12, 전라남도 곡성군 고달면 호곡리, 65.5~80.8mm, 3개체.
 31. *Acheilognathus korensis* Kim et Kim 칼납자루: 1989. 11. 11, 전라북도 임실군 관촌면 관촌, 67.4~72.1mm, 3개체.
 32. *Acheilognathus signifer* Berg 묵납자루: 1990. 11. 14, 강원도 홍천군 내촌면 도관리, 37.7~48.0mm, 6개체.
 33. *Acheilognathus yamatsutae* Mori 줄납자루: 1989. 11. 12, 전라남도 곡성군 고달면 호곡리, 74.6~80.0mm, 4개체.
 34. *Acheilognathus cyanostigma* Jordan et Fowler 일자납자루: 1987. 09. 26, 경상북도 영천시, 50.4~53.7mm, 2개체; 1990. 07. 03, 경상북도 경산시 하양읍, 43.2~53.5mm, 5개체.
 35. *Acheilognathus rhombeus* (Temminck et Schlegel) 납지리: 1985. 08. 07, 경상북도 청송군 진보면 후평동, 50.4~50.9mm, 2개체; 1989. 11. 12, 전라남도 곡성군 고달면 호곡리, 53.0~58.2mm, 3개체.
 36. *Acanthorhodeus asmussi* (Dybowski) 큰납지리: 1984. 05. 13, 경상북도 고령군 고령읍, 55.2~70.7mm, 4개체; 1991. 06. 22, 경상남도 밀양시, 38.0mm, 1개체.
 37. *Acanthorhodeus gracilis* Regan 가시납지리: 1990. 07. 31, 충청북도 진천군 초평면 용정리, 64.7~65.0mm, 2개체; 1990. 07. 31, 충청북도 청원군 북이면 석성리, 62.7mm, 1개체.
 38. *Culter brevicauda* Güther 백조어: 1980. 10. 22, 경상북도 경산시 하양읍, 95.7~98.5mm, 2개체; 1988. 05. 20, 대구광역시 북구 검단동, 150.5~170.4mm, 2개체.
 39. *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus) 연준모치: 1990. 04. 06, 강원도 정선군 정선읍 동면 호촌리, 65.4~72.5mm, 2개체.
 40. *Moroco oxycephalus* (Bleeker) 버들치: 1989. 04. 09, 충청북도 영동군 상촌면 입산리, 86.5~90.3mm, 4개체; 1989. 10. 09, 경상북도 달성군 가창면 냉천리, 59.5~67.8mm, 6개체.
 41. *Moroco kumgangensis* Uchida 금강모치: 1990. 04. 06, 강원도 정선군 정선읍 동면 호촌리, 61.8~62.5mm, 2개체; 1990. 05. 12, 강원도 인제군 상남면, 53.6mm, 1개체.
 42. *Zacco platypus* (Temminck et Schlegel) 피라미: 1989. 04. 08, 충청북도 영동군 황간면, 80.4~85.3mm, 3개체; 1991. 04. 21, 경상북도 영천시, 63.1~84.1mm, 3개체.
 43. *Zacco temmincki* (Temminck et Schlegel) 갈겨니: 1989. 11. 11, 전라북도 임실군 강진면 강진동, 75.7~95.5mm, 3개체; 1990. 10. 29, 강원도 횡성군 공근면 청곡리, 65.0~71.4mm, 2개체.
 44. *Opsariichthys bidens* Güther 꼬리: 1990. 10. 12, 충청남도 논산시 부적면 아호리, 78.8~91.4mm, 3개체.

中國産 標本

1. *Saurogobio dabryi* Bleeker 두우쟁이: 中國 桂南寧, 湖北省水生生物研究所, 77.0mm, 1개체.
2. *Gobiobotia filifer* (Garman): 中國 宜昌, 湖北省水生生物研究所, 66.5~70.2mm, 2개체.
3. *Gobiobotia meridionalis* Chen et Tsao: 中國 寧明, 湖北省水生生物研究所, 53.7mm, 1개체.
4. *Gobiobotia nudicorpa* Huang et Zhang: 中國, 湖北省水生生物研究所, 65.0~68.4mm, 2개체.

比較群(out group): 미꾸리과(Cobitidae) 標本

1. *Nemachilus toni* (Dybowski) 종개: 1990. 10. 29, 강원도 횡성군 공근면 청곡리, 80.0~91.0mm, 2개체.
2. *Lefua costata* (Kessler) 찰미꾸리: 1987. 09. 06, 강원도 동해시 북평동, 65.0mm, 1개체.
3. *Niwaella multifasciata* (Wakiya et Mori) 수수미꾸리: 1990. 10. 15, 경상북도 청도군 운문면 대천동, 67.5mm, 1개체; 1991. 06. 22, 경상남도 밀양시, 87.7mm, 1개체.
4. *Cobitis rotundicaudata* Wakiya et Mori 새코미꾸리: 1991. 06. 22, 경상남도 밀양시, 81.6mm, 1개체.
5. *Cobitis taenia taenia* Linnaeus 기름종개: 1991. 06. 22, 경상남도 밀양시, 68.0~83.2mm, 2개체.

골격표본은 Taylor(1967)의 투명염색법에 따라 투명화시켜 제작하였다. 투명화된 표본은 각 부분의 골격을 분해한 후 필요한 형질을 Fig. 1과 같이 측정하고 묘화하였다.

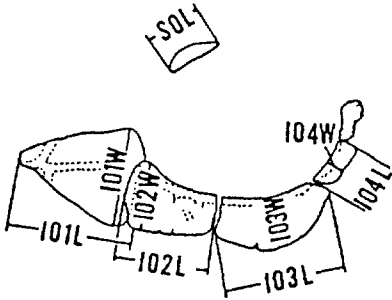


Fig. 1. A scheme illustrating parts of measuring of the circumorbital bones. IOL, infraorbital length ; IOW, infraorbital width ; SOL, supraorbital length.

본 연구에 사용한 어류는 鄭(1977), 김(1988, 1997) 및 崔等(1990)에 따라 분류하였으며, 학명의 사용에 있어 *A. lanceolatus*는 Okada(1959-1960), *N. toni*는 Berg(1949), *O. bidens*와 *M. kumgangensis*는 崔等(1990)에 따랐다. 그림에서 scale bar는 모두 1mm로 나타내었다.

결과 및 고찰

안와환부골(circumorbital bone)은 안와를 중심으로 안상골(supraorbital)과 안하골(suborbital)로 이루어진다. 안상골은 측사골의 상단인 전두골의 앞 측면에 위치하며, 안하골은 눈 주위의 아래쪽을 연속하여 둘러싸는 5개의 편평한 뼈로 이루어진다. 제1안하골(the 1st infraorbital, antorbital, lachrymal)의 앞쪽 끝은 상악골의 등측면에 위치하며, 마지막의 제5안하골은 전두골과 익이골의 경계 부위에 이른다. 이 안하골은 종에 따라서 형태와 크기가 다양하였다.

일반적으로 잉어과 어류에서는 안상골이 좌우에 1쌍이 존재한다. 그러나 *G. macrocephalus*와 *G. nudicorpa*에서는 안상골이 소실되어 존재하지 않았다(Fig. 2-24, 30). *Abbotina*에서도 이것이 없는 것으로 알려져 있다(Hosoya, 1986). 그러나

하등한 group으로 여겨지는 *Z. platypus*, *Z. temmincki* 그리고 *O. bidens*(Chen et al., 1984)는 안상골이 신경두개골 길이의 22.0~24.0%나 되어 상대적으로 길었다(Fig. 2-45, 46, 47). *M. kumgangensis*(18.2%)도 *M. oxycephalus*(11.5%)와는 달리 긴 편이었다. 그 외의 종에서는 안상골이 신경두개골 길이의 7.9(*G. brevibarva*)~16.4%(*S. nigripinnis morii*) 범위였으며 *Gobiobotia* 속(7.9~10.7%)에서는 짧은 편이었다.

G. strigatus, *P. herzi*, *H. labeo*, *H. longirostris*, *H. mylodon*, *S. gracilis majimae*, *S. chankaensis tsuchigae*, *S. multimaculatus*, *S. variegatus wakiyae*, *S. nigripinnis morii*, *C. splendidus*, *P. tenuicorpus*, *P. esocinus*, *S. dabryi*, *P. phoxinus*, *M. oxycephalus* 그리고 *Gobiobotia* 속의 모든 종은 제1안하골이 앞쪽으로 신장된 형태를 하였다. 이 가운데 *P. herzi*, *P. nigra* 그리고 *P. tenuicorpus*에서는 제1안하골이 더욱 신장되어 길이가 폭의 2배 정도에 이르러 유연관계가 가까웠다(Table 1, Fig. 2-4, 15, 16).

H. labeo, *H. longirostris* 그리고 *H. mylodon*에서는 제1안하골에서 제5안하골까지 감각관을 따라 골측면의 측골판이 길게 발달하여 감각관의 복부가 개방되어 있었다(Fig. 2-6, 7, 8). *H. mylodon*에서는 이 측골판이 퇴화되어 흔적적이었으며 제2안하골의 폭이 좁았다.

S. gracilis majimae, *S. chankaensis tsuchigae* 그리고 *S. multimaculatus*에서는 제1안하골의 감각관이 안하골과 분리되어 있었으며 감각관을 이루는 골편이 불연속적으로 배열되어 있었다(Fig. 2-9, 10, 11). 이 중에서 *S. multimaculatus*에서는 제5안하골까지 감각관의 복부가 완전히 또는 부분적으로 개방되어 있었다.

*C. splendidus*에서는 제1안하골의 아랫쪽 절반 이상이 제2안하골의 전 상단을 감싸며 제2, 3안하골의 폭은 넓어서 독특하였다(Fig. 2-14).

*Microphysogobio*에서는 제1, 2, 3안하골의 폭이 크게 확장되어 있으며, 제1안하골은 정삼각형에 가까운 형태를 하였고, 제2안하골이 제1안하골의 후단을 길게 덮어서 다른 group과 구분되었다(Fig. 2-19, 20, 21, 22). *Microphysogobio*와 함께

한국산 잉어과(Cyprinidae) 어류의 眼窩環部骨에 대하여

Table 1. Proportional measurements of circumorbital bone of Cyprinidae. Means are expressed in percentage

No. Species	I01W/I01L	I02W/I02L	I03W/I03L	I04W/I04L	I03L/I02L	I04L/I03L
1. <i>C. carpio</i>	75.5±3.0	48.8 ±4.8	35.8±2.5	87.6±1.7	161.3±9.0	61.6±2.8
2. <i>C. auratus</i>	103.4±9.1	46.2±14.0	74.7±6.3	78.9±18.3	150.5±16.9	66.4±13.5
3. <i>P. parva</i>	86.0±0.4	49.2±1.1	40.0±5.1	56.9±13.9	137.9±17.1	48.9±3.7
4. <i>P. herzi</i>	47.0±10.3	33.7±5.9	30.4±6.6	54.3±13.2	84.2±6.6	56.1±1.5
5. <i>G. strigatus</i>	70.0	27.3	29.0	45.5	140.1	35.5
6. <i>H. labeo</i>	49.4±9.2	60.6±4.0	22.9±0.9	38.5±12.5	127.6±9.4	34.5±2.1
7. <i>H. longirostris</i>	66.7±2.7	83.9±1.6	34.0±2.2	35.1±2.5	115.6±7.9	32.2±2.8
8. <i>H. mylodon</i>	41.4±0.7	35.5	14.6	25.0	132.3	39.0
9. <i>S. g. majimae</i>	63.0±0.6	55.9±5.9	21.9±0.1	37.0±1.8	133.2±32.3	43.7±0.2
10. <i>S. c. tsuchigae</i>	75.6±5.0	48.4±4.0	20.3±0.43	6.9±2.7	142.4±7.9	49.3±3.5
11. <i>S. multimaculatus</i>	52.3±8.2	51.0±1.4	19.0±2.6	35.8±5.9	144.9±1.3	47.9±7.0
12. <i>S. v. wakiyae</i>	76.0±1.4	56.5±14.5	24.4±1.8	38.2±10.4	117.0±24.0	61.6±7.3
13. <i>S. n. morii</i>	68.8±2.9	40.0±1.3	17.5±1.1	36.7±3.2	146.8±4.6	51.5±4.2
14. <i>C. splendidus</i>	67.5±6.1	53.8±5.3	69.5±9.9	73.7	68.0	55.9
15. <i>P. nigra</i>	53.0±4.6	36.6±3.0	29.1±4.5	48.7±2.2	94.2±15.6	55.1±5.6
16. <i>P. tenuicarpus</i>	52.6±3.7	25.0	22.5	40.1±2.3	83.3	60.0
17. <i>P. esocinus</i>	61.2±2.6	57.2±4.8	34.2±6.8	46.0±13.4	67.5±9.6	35.5±1.5
18. <i>S. dabryi</i>	65.0±7.2	50.3±2.7	17.7±3.1	85.0±21.2	109.1±12.9	20.8±7.8
19. <i>M. longidorsalis</i>	95.2±8.23	113.9±36.5	110.1±41.1	77.6±6.4	95.6±4.4	44.6±11.7
20. <i>M. korensis</i>	108.9±28.4	109.0±2.8	80.2±12.4	75.0±11.7	102.0±2.8	49.0±6.5
21. <i>M. yaluensis</i>	98.8±9.7	99.8±3.0	81.8±12.4	88.0±17.5	111.0±13.5	35.4±9.7
22. <i>M. t. uchidaï</i>	81.3	79.2	52.0	43.1±1.9	104.0	42.0±8.5
23. <i>G. naktogensis</i>	31.5±1.3	15.5±3.1	13.0±2.6	22.7±6.0	120.0±4.5	44.2±3.9
24. <i>G. macrocephalus</i>	17.2±0.6	11.9±0.3	13.2±3.1	30.6±10.9	75.2±5.2	45.2±5.0
25. <i>G. breviparva</i>	22.2±3.3	16.0±3.6	18.6±4.5	19.2±3.5	87.5±7.1	60.4±8.4
26. <i>G. filifer</i>	36.6±4.9	35.0±2.6	29.6±4.2	23.7±1.1	93.6±5.8	45.5±11.4
27. <i>G. meridionalis</i>	59.2±5.8	25.4±4.5	29.5±2.1	24.1±4.6	83.8±12.4	50.2±3.1
28. <i>G. nudicorpa</i>	21.2±2.6	13.4±2.4	21.4±3.3	27.9±5.1	81.1±17.2	58.2±18.0
29. <i>R. ocellatus</i>	87.9±7.4	34.2±3.5	40.7±0.7	51.4±9.7	182.9±19.9	59.8±6.7
30. <i>R. sericeus</i>	85.0±6.0	42.2±2.2	49.2±7.5	29.5±11.9	176.1±14.9	78.1±17.7
31. <i>R. notatus</i>	74.1±8.3	42.4±4.1	53.9±2.8	54.3±9.2	211.9±42.8	54.7±5.6
32. <i>R. uyekii</i>	75.3±5.1	37.6±7.1	65.0±7.9	56.9±14.3	212.0±49.8	60.1±6.0
33. <i>A. lanceolatus</i>	90.7±8.8	32.2±0.1	40.3±1.7	49.2±3.5	167.7±4.7	56.7±2.8
34. <i>A. korensis</i>	100.0±0.1	48.1±2.7	44.8±19.4	52.3±6.0	166.2±6.6	57.8±2.4
35. <i>A. signifer</i>	90.8±3.7	34.3±5.6	49.9±5.9	55.6±7.8	157.0±22.5	53.7±3.3
36. <i>A. yamatsutae</i>	106.9±1.9	69.0±7.1	52.1±3.1	54.4±3.9	131.6±12.5	68.9±4.9
37. <i>A. cyanostigma</i>	100.0±7.6	52.2±4.5	44.1±4.5	58.2±7.1	132.7±9.2	73.2±4.6
38. <i>A. rhombeus</i>	106.8±12.4	39.6±10.0	37.0±2.2	44.7±4.7	190.0±12.5	54.0±4.8
39. <i>A. asmussi</i>	102.2±3.0	33.2±8.3	42.3±2.5	57.5±10.6	153.5±2.1	54.7±10.0
40. <i>A. gracilis</i>	100.5±6.4	39.3±1.1	47.7±8.4	37.8±6.4	126.0±25.4	88.1±6.8
41. <i>C. brevicauda</i>	90.3±8.1	21.9±4.2	27.6±3.1	23.5±1.3	151.0±2.6	71.4±0.6
42. <i>P. phoxinus</i>	77.6±5.4	23.4±2.3	22.1±3.4	40.1±2.7	152.7±35.9	50.6±1.9
43. <i>M. oxycephalus</i>	67.2±7.1	31.1±9.0	24.1±3.5	50.9±11.7	115.4±12.6	76.3±12.8
44. <i>M. hungangensis</i>	80.3±5.5	34.6±1.4	29.9±4.1	70.8±7.3	117.3±8.3	60.5±5.8
45. <i>Z. platypus</i>	112.0±4.3	31.8±4.5	43.8±3.2	56.8±11.2	122.5±7.8	88.8±8.3
46. <i>Z. temmincki</i>	90.7±15.9	25.8±3.1	24.5±8.2	46.9±8.6	134.5±14.8	84.5±5.7
47. <i>O. bidens</i>	75.9±4.0	61.3±27.9	52.9±3.1	87.7±10.7	144.8±28.8	68.8±6.1

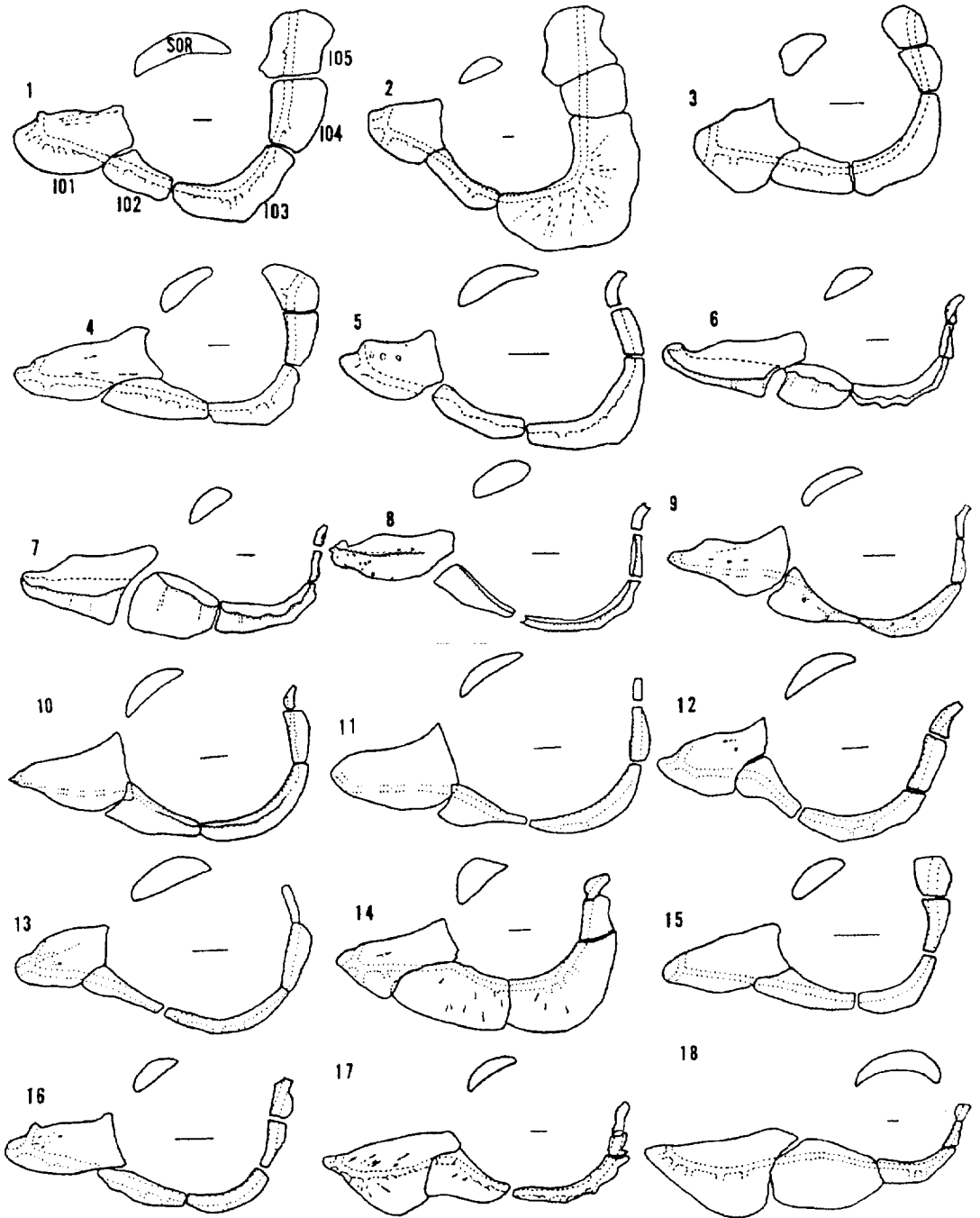


Fig. 2. Lateral aspects of the circumorbital apparatus. IO, infraorbital; SOR, supraorbital. 1. *Cyprinus carpio*; 2. *Carassius auratus*; 3. *Pseudorasbora parva*; 4. *Pungtungia herzi*; 5. *Gnathopogon strigatus*; 6. *Hemibarbus labeo*; 7. *H. longirostris*; 8. *H. mylodon*; 9. *Squalidus gracilis majimae*; 10. *S. chankaensis tsuchigae*; 11. *S. multimaculatus*; 12. *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*; 13. *S. nigripinnis morii*; 14. *Coreoleuciscus splendidus*; 15. *Pseudopungtungia nigra*; 16. *P. tenuicorpus*; 17. *Pseudogobio esocinus*; 18. *Saurogobio dabryi*.

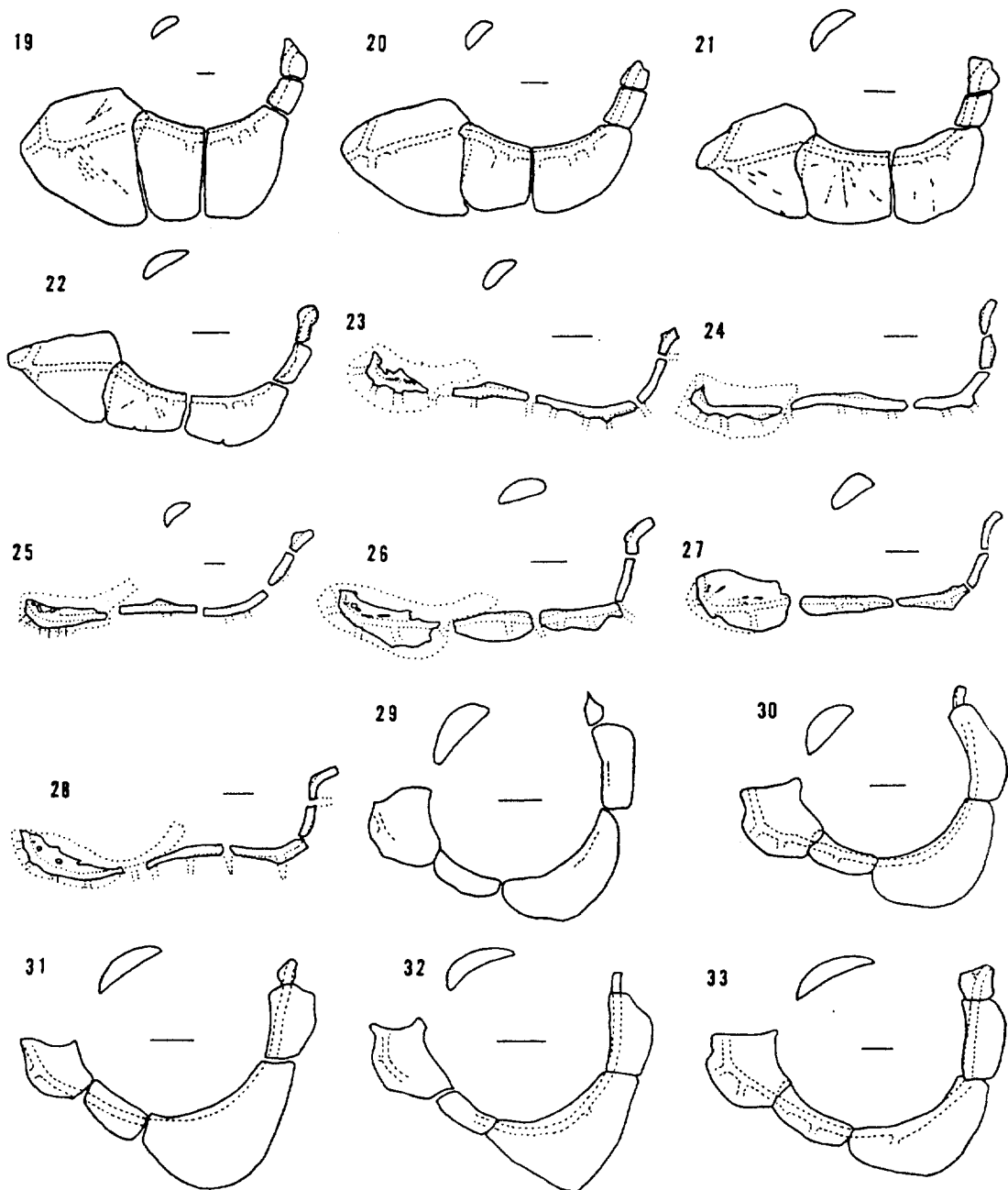


Fig. 2 (continued). 19. *Microphysogobio longidorsalis*; 20. *M. koreensis*; 21. *M. yaluensis*; 22. *M. tungtingensis uchidai*; 23. *Gobiobotia naktongensis*; 24. *G. macrocephalus*; 25. *G. brevibarva*; 26. *G. filifer*; 27. *G. meridionalis*; 28. *G. nudicorpa*; 29. *Rhodeus ocellatus*; 30. *R. sericeus*; 31. *R. notatus*; 32. *R. uyekii*; 33. *Acheilognathus lanceolatus*.

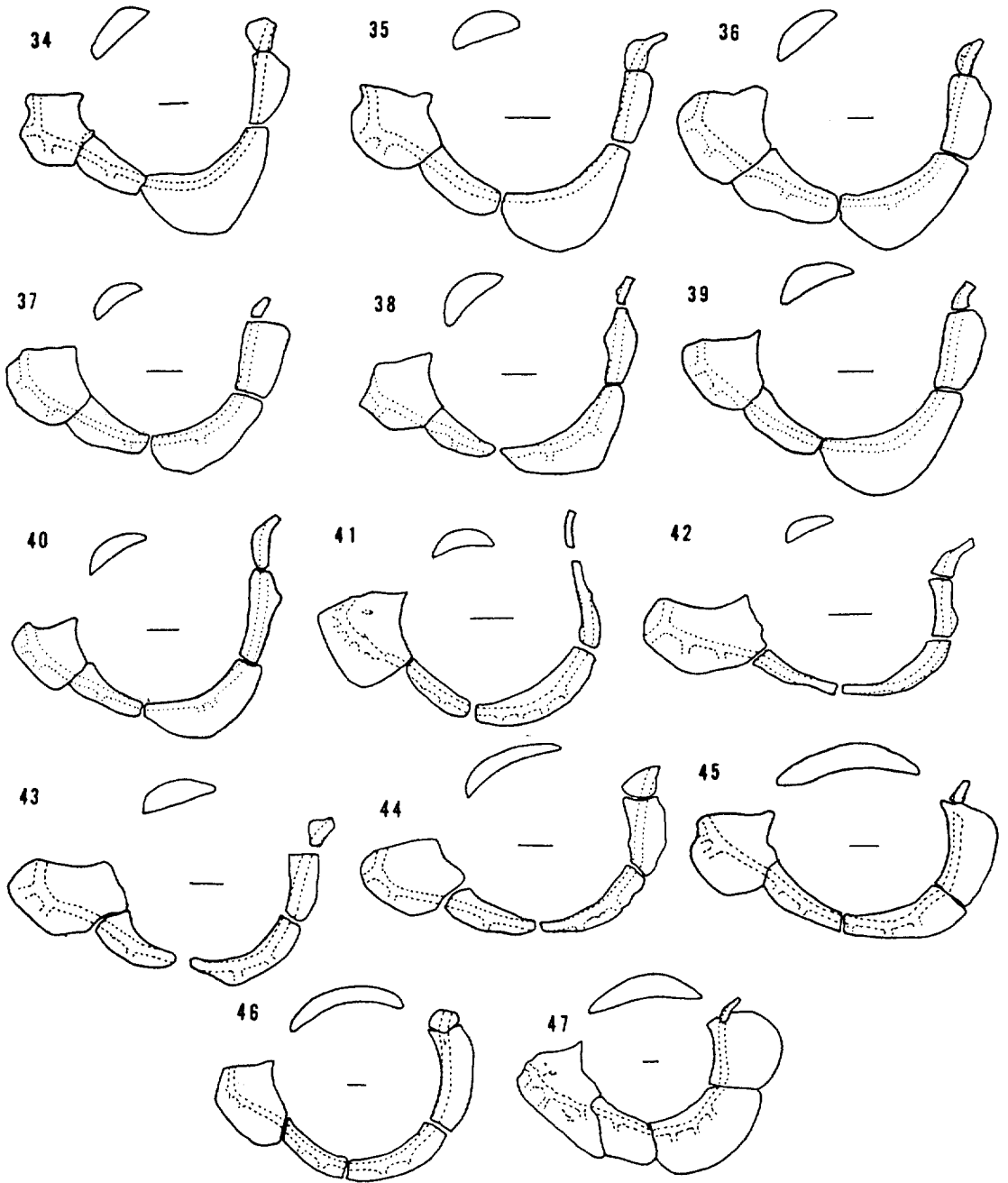


Fig. 2 (continued). 34. *A. koreensis*; 35. *A. signifer*; 36. *A. yamatsutae*; 37. *A. cyanostigma*; 38. *A. rhombus*; 39. *Acanthorhodeus asmussi*; 40. *A. gracilis*; 41. *Culter brevicauda*; 42. *Phoxinus phoxinus*; 43. *Moroco oxycephalus*; 44. *M. kumgangensis*; 45. *Zacco platypus*; 46. *Z. temmincki*; 47. *Opsariichthys bidens*.

*P. esocinus*와 *S. dabryi*에서도 제1안하골이 전방으로 확장되어 있으며 제2안하골과 넓게 접하고, 제2, 3, 4안하골로 갈수록 폭이 좁아져서 가까운 유연관계를 나타내었다.

*Gobiobotia*에서는 안하골이 많이 퇴화되었다. 이 중에서 *G. naktongensis*, *G. macrocephalus*, *G. brevibarva* 그리고 *G. nudicorpa*에서는 더욱 퇴화되어 거의 감각관을 이루는 부위만 남은 상태이며(Fig. 2-23, 24, 25, 28), *G. macrocephalus*와 *G. nudicorpa*에서는 안상골까지 퇴화되었다. 이들 *Gobiobotia*의 어류의 제1안하골의 주위에는 막판(membranous lamination)이 있는 것으로 보아 안하골이 축소되는 경향은 보다 진화된 양상으로 여겨진다(Hosoya, 1986). 이와 같이 안하골이 작게 퇴화되어 가는 경향에 비추어 볼 때 *Gobiobotia*, 특히 *G. macrocephalus*와 *G. nudicorpa*는 더욱 진화된 종으로 여겨진다. 비교군인 미꾸리과에서 안하골이 없는 종이 많은 점에서 *Gobiobotia* 속은 미꾸리과와 가까웠다.

*C. carpio*와 *C. auratus*에서는 제3, 4, 5안하골의 폭이 제2안하골의 폭보다 넓었으며(Fig. 2-1, 2), *P. parva*, *P. herzi*, *P. nigra* 그리고 *P. tenuicorpus*에서는 제3, 4, 5안하골의 폭이 제2안하골의 폭과 서로 비슷하였다(Fig. 2-3, 4, 15, 16).

G. strigatus, *H. labeo*, *H. longirostris*, *H. mylodon*, *S. gracilis majimae*, *S. chankaensis tsuchigae*, *S. multimaculatus*, *S. variegatus wakiyae*, *S. nigripinnis morii*, *C. splendidus*, *P. esocinus*, *S. dabryi*, *M. longidorsalis*, *M. koreensis*, *M. yaluensis*, *M. tungtingensis uchidai*, *G. naktongensis*, *G. macrocephalus*, *G. brevibarva*, *G. filifer*, *G. meridionalis* 그리고 *G. nudicorpa*에서는 제1안하골에서부터 제5안하골까지 폭이 점차로 좁아졌다.

Rhodeus, *Acheilognathus* 그리고 *Acanthorhodeus* 속들의 제3안하골은 제2안하골보다 길고 폭이 넓었으며, 제4안하골도 길고 넓은 편이었다. *Rhodeus* 속과 *A. rhombeus*의 제3안하골은 폭이 넓고 길이는 제2안하골의 1.8~2.1배로 길었으나, *A. yamatsutae*, *A. cyanostigma* 그리고 *A. gracilis*에서는 1.3배 정도로 짧은 편이었으며

(Table 1) 제5안하골은 가늘고 짧았다(Fig. 2-36, 37, 40). *R. ocellatus*에서는 감각관이 많이 퇴화되어 흔적으로 남아 있었으며(Fig. 2-29), *R. uyeikii*에서도 제1, 2안하골의 감각관이 부분적으로 퇴화되어 있었다(Fig. 2-32). *Acheilognathinae*는 제3, 4안하골이 길고 폭이 넓게 발달하여 *Cyprininae*와 가까웠다. 그러나 *Cyprininae*는 제5안하골의 폭도 넓게 발달하여 *Acheilognathinae*와 구분된다. *Acheilognathinae*의 속간에는 뚜렷한 형태적인 차이가 없었다.

*C. brevicauda*는 안상골이 짧고 제4, 5안하골의 폭이 좁아서 *Gobioninae*와 유사한 점이 있었다. 그러나 제1안하골이 전방으로 신장되지 않았으며 제2안하골이 제3안하골보다 폭이 좁아서 구분되었다(Fig. 2-41).

P. phoxinus, *M. oxycephalus*, *M. kumgangensis*, *Z. platypus*, *Z. temmincki* 그리고 *O. bidens*에서는 제2, 3, 4안하골로 갈수록 안하골의 폭이 점차 넓게 되어 제4안하골의 폭이 가장 넓으며, 제5안하골은 폭이 좁은 공통점이 있었다. 그러나 *Z. platypus*와 *Z. temmincki*에서는 제4안하골의 길이가 제3안하골의 0.9배로서 길었으며(Fig. 2-45, 46), *O. bidens*에서는 제2, 3, 4안하골의 폭이 넓었고, 제1안하골의 후상단이 제2안하골의 선단과 길게 접하고 있어 *Zacco* 속과는 차이가 있었다(Fig. 2-47). 이들 *Leuciscinae*는 안상골이 짧고 제1안하골이 전방으로 신장된 Morocco group (*P. phoxinus*, *M. oxycephalus* 그리고 *M. kumgangensis*)과 안상골이 길고 제1안하골이 전방으로 신장되지 않은 *Zacco* group (*Z. platypus*, *Z. temmincki* 그리고 *O. bidens*)으로 구분되었다.

인용문헌

- 金益秀. 1988. 韓國淡水産 骨 上目과 棘鱗上目魚類의 分類. 生物學研究年報 8 : 83~173.
- 金益秀. 1997. 한국동식물도감. 제37권 동물편(담수어류), 교육부, 629 pp.
- 田祥麟. 1980. 韓國産淡水魚의 分布에 關하여. 中央大 學院 博士學位論文, 91 pp.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, 서울, 727 pp.
- 崔基哲·田祥麟·金益秀·孫永牧. 1990. 原色 韓國淡水

- 魚圖鑑. 郷文社, 서울, 277 pp.
- Banarescu, P. and T. Nalbant. 1973. Pisces, Teleostei, Cyprinidae(Gobioninae), Das Tierreich. Lieferung 93, Walter de Gruyter, Berlin, 304 pp.
- Berg, L. S. 1949. Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. vol. II, 4th ed. Transl. in 1964 by O. Ronen. IPST Press, Jerusalem, 496 pp.
- Bond, C. E. 1979. Biology of fishes. W. B. Saunders Company, Philadelphia, pp. 61~77.
- Chen, X. L., P. Q. Yue, and R. D. Lin. 1984. Major groups within the family Cyprinidae and their phylogenetic relationships. Acta Zootaxonomica Sinica 9(4) : 424~440. (In Chinese with English summary).
- Gosline, W.A. 1978. Unbranched dorsal fin rays and subfamily classification in the fish family Cyprinidae. Occ. Papers. Mus. of Zool. Univ. Michigan, 684 : 1~21.
- Hosoya, K. 1986. Interrelationships of the Gobioninae (Cyprinidae). Indo - Pacific Fish Biology : proceedings of the second international conference on Indo - Pacific Fishes, Ichthyology Society of Japan, Tokyo, pp. 484~501.
- Mori, T. 1933. On the classification of Cyprinoid fishes, Microphysogobio n. gen. and Saurogobio. Zool. Mag. Jap. 45 : 114~115. (in Japanese).
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. John Wiley and Sons, New York, 523 pp.
- Okada, Y. 1959~1960. Studies on the freshwater fishes of Japan. Jour. of the Fac. of Fish. Pref. Univ. of Mie, 4 : 384 - 388.
- Taylor, W.R. 1967. An enzyme method of clearing and staining small vertebrates. Proc. of U. S Nat. Mus. 122(3596) : 1~17.
- 成慶泰 · 鄭 珊. 1987. 中國魚類系統檢索(上, 下卷). 科學出版社, 1,458 pp.
- 伍獻文 等. 1964. 中國鯉科魚類誌(上卷). 中島經夫. 小早川みどり 譯, たち書房 (1980), 346 pp.
- 伍獻文 等. 1977. 中國鯉科魚類誌(下卷). 上海人民出版社 : 229~598, pls. 1~109.
- 朱松泉. 1995. 中國淡水魚類檢索. 江蘇科學出版社, 549 pp.

On the Circumorbital Bone of the Cyprinid Fishes in Korea

Myung - Mo Nam and Hong - Jun Yang *

Chongpyong Inland Fisheries Res. Ins., Chongpyong 477 - 810, Korea

*Dept. of Biology, Kyungpook National. Univ., Taegu 702 - 701, Korea

Comparative studies on the morphological characters of the circumorbital bone were made in order to investigate the phylogenetic relationships of the family Cyprinidae.

In this paper, forty four species from Korea and three species of *Gobiobotia* and *Saurogobio dabryi* from China were studied.

Pungtungia herzi, *Pseudopungtungia nigra* and *Pseudopungtungia tenuicorpus* were similar in morphological structure on points of the first infraorbital elongated. In *Hemibarbus*, the base portion of the opened sensor canal was transformed into a lateral plate in the infraorbital.

Microphysogobio was characteristic in that the infraorbital series were large, and had close relationship with *Pseudogobio esocinus* and *Saurogobio dabryi*. *Gobiobotia* were reduced to a bony canal with dermal bone.

Culter brevicauda had a short supraorbital. Cyprininae were characterized by larger fourth and fifth infraorbitals.

Leuciscinae were divided into two groups : Morocco and Zacco. The former includes *Phoxinus phoxinus*, *Moroco oxycephalus* and *Moroco kumgangensis*, and the latter includes *Zacco platypus*, *Zacco temmincki* and *Opsariichthys bidens*. Morocco group was distinguished from Zacco group in points of having a short supraorbital and a elongated the first infraorbital.