

한국산 자리돔속 어류의 형태학적 연구

II. 한국산 자리돔속 어류 3종, 자리돔 (*Chromis notata*), 노랑자리돔 (*Chromis analis*) 및 연무자리돔 (*Chromis fumea*)의 골격 비교

김용익 · 김진구
부경대학교 해양생물학과

Morphological Study of the Genus *Chromis* from Korea

II. Comparison of Skeletal Characters of *Chromis notata*, *Chromis analis* and *Chromis fumea*

Yong Uk Kim and Jin Koo Kim

Department of Marine Biology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Comparative osteology of *Chromis notata*, *C. analis* and *C. fumea* was studied based on the samples collected from the Korean waters. The three species are distinguished by the shape of cranium, visceral skeleton, vertebra and caudal skeleton. *Chromis notata* has a glossohyal which is slightly curved in shape while two other species are deeply curved. *C. analis* has three spiniform procurrent caudal rays while others have two. *C. fumea* could be distinguished easily by the shape of preopercle which is serrate in posterior margin.

This investigator reveals following bones as new taxonomic criteria for the genus *Chromis* in Korea. In cranium, height of supraoccipital, height of process of parasphenoid and anterior margin of basisphenoid, in visceral skeleton, presence of fine papilla-like process at the surface of preopercular sensory canal, in orbital bone, width of preorbital, in hyoid arch, shape of glossohyal, union state between lower hypohyal and ceratohyal and union state between ceratohyal and epihyal, in shoulder girdle bone, dorsal margin of *posttemporal*, width of upper postclavicle, posterior end of lower postclavicle and posterior margin of first actinost bone, in vertebrae, beginning point of parapophysis, in caudal skeleton, upper shape of second neural spine of pleural centrum.

Key words : morphology, osteology, genus *Chromis*, Korean fish

서 론

열대, 아열대 및 온대 해역에 걸쳐 서식하는 자리돔속 Genus *Chromis* 어류는 전 세계적으로 76종 (Allen, 1991; Randall and McCosker, 1992), 일본에는 24종 (Nakabo, 1993)이 보고되어 있으나, 우리 나라에는 3종만이 보고되어 있다 (Chyung, 1977; Kim et al., 1994a, b; Lee and Kim, 1996). 자리돔속 어류는 자리돔과 어류 중에서 가장 광범위한 서식처를 가지며 (Randall et al., 1981), 형태 및 체색변이와 종다양성으로 (Emery and Thresher, 1980), 서부 대서양의 *C. flavicauda*의 재기재 (Smith-Vaniz and Emery, 1980), Miyake-jima의 *C. miyakeensis*의 재기재 (Randall et al., 1981), 서부 대서양의 *C. enchrysur*의 지리적 변이 (Emery and Smith-Vaniz, 1982), 인도-태평양의 *C. viridis*의 정확한 이름 (Randall, 1985), 하와이 근해의 *C. ovalis*의 성장에 따른 체색변이 (Randall and Follett, 1989) 등 다수의 연구 보고가 있으며, 우리 나라에서는 자리돔의 자치어 형태 (Koh and Jeon, 1983), 자리돔속

어류 2 미기록종 (Kim et al., 1994a, b), 놀래기아목 어류의 분류와 분포 (Lee and Kim, 1996), 자리돔속 어류 3종의 외부 형태-1 (Kim and Kim, 1996) 등의 연구 보고가 있다. 또한, 자리돔과 어류의 골격에 관한 연구로는, Ciardelli (1967)의 *Microspathodon chrysurus*에 대한 악골의 형태와 작용, Emery (1973)의 Caribbean 해역의 자리돔과 어류 14종의 섭이기작과 관련된 골격, 그리고 Emery (1980)의 *Lepidozygus tapeinosoma*의 전반적인 골격형태에 대한 보고만이 있을뿐 자리돔속 어류의 골격에 대한 조사는 빈약한 실정이다. 한편, 자리돔과 어류는 Regan (1913) 이후 Eschmeyer (1990), Nakabo (1993) 등에 의해 Percoidei (농어아목)으로 취급되었으며, 최근에 와서 하인두골 및 부착 근육의 형태로 정의된 Kaufman and Liem (1982)의 Labroidei가 Richards and Leis (1984), Liem (1986), Stiassny and Jensen (1987) 및 Lee and Kim (1996) 등 여러 학자들에 의해 인정되고 있지만, 본 분류군의 단계통에 관한 상세한 조사의 필요성이 Nelson (1994)에 의해 제시된 바 있다.

따라서, 본 연구는 우리 나라의 제주도에서 서식이 확인된 자리돔속 어류 3종, 자리돔, 노랑자리돔 및 연무자리돔의 골격 형질을 비교하여 새로운 분류 형질을 밝히고 자리돔과 어류의 체계적인 계통분류의 기초 자료를 제공하고자 한다.

조사하였고, 골 조직의 결합 형태는 Kawamura and Ho-soya (1991)의 방법으로 염색하였으며 입체 현미경 아래에서 관찰, 스케치하였다. 골격의 명칭은 Emery (1980), Kim (1989)을 부분적으로 따랐다.

결 과

재료 및 방법

본 조사에 사용된 재료는 1993년 4월에서 1994년 8월에 걸쳐 제주도의 모슬포 및 서귀포에서 채집하였으며, 채집 즉시 냉동 상태로 실험실로 운반하였다. 내부 형태를 조사하기 위해 생체는 삶아서 살을 제거한 후 골격을

자리돔, 노랑자리돔 및 연무자리돔의 두개골 (cranium), 내장골 (visceral skeleton), 안골 (orbital bones), 악골 (jaw bones), 설궁 (hyoid arch), 견대골 (shoulder girdle bone), 척추골 (vertebrae), 미골 (caudal skeleton)에 대한 형태를 비교하였다.

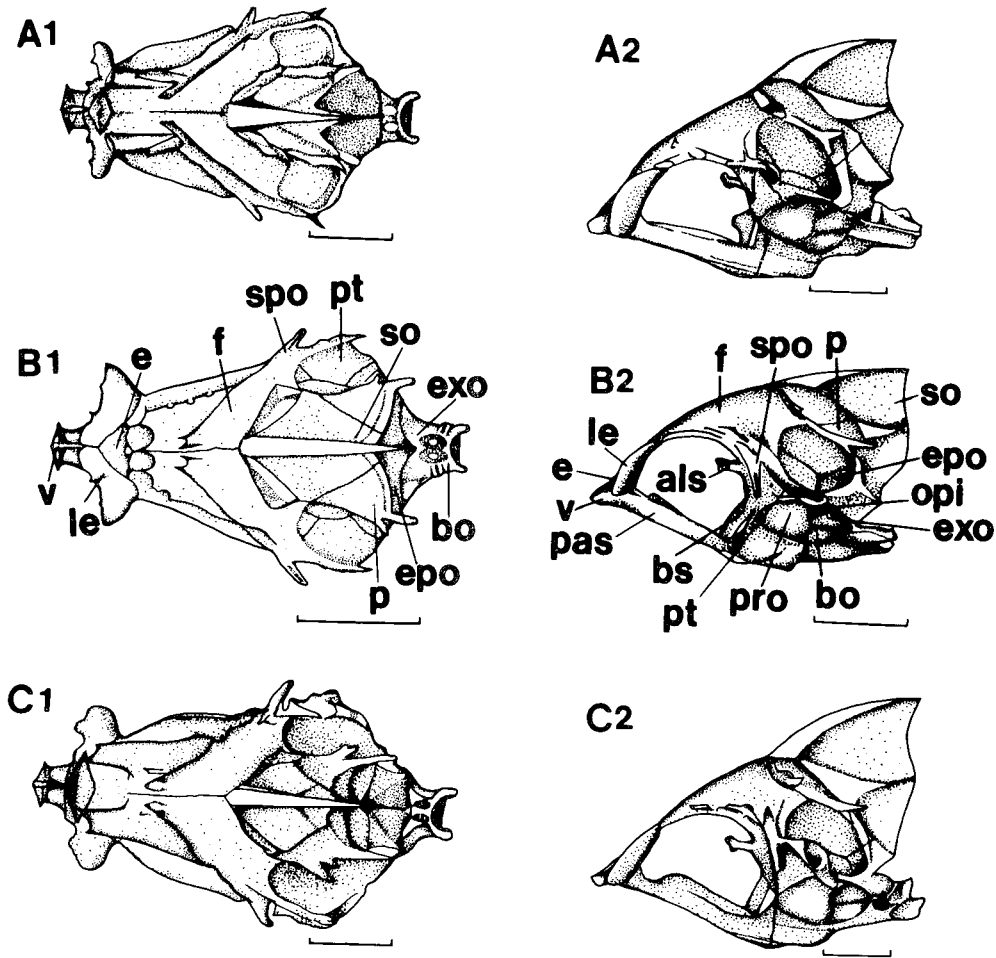


Fig. 1. Cranium of *Chromis* (A1-C1: dorsal view, A2-C2: lateral view). A1, A2: *Chromis notata*; B1, B2: *Chromis fumea*; C1, C2: *Chromis analis*; al: alisphenoid; bo: basioccipital; bs: basisphenoid; e: ethmoid; exo: exoccipital; epo: epiotic; f: frontal; le: lateral ethmoid; opi: opisthotic; pas: parasphenoid; pro: prootic; p: parietal; pto: pterotic; so: supraoccipital; spo: sphenotic; v: vomer. Scale bars=5 mm.

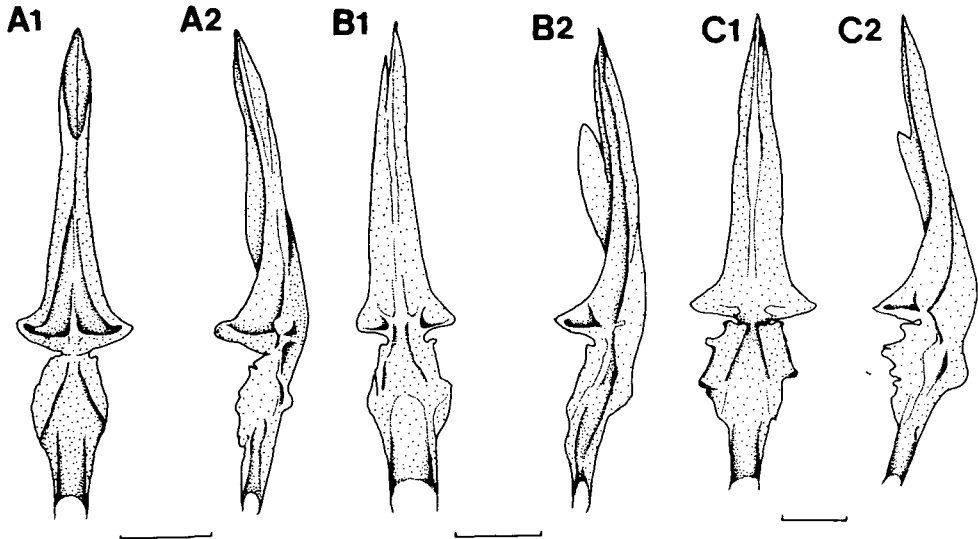


Fig. 2. Parasphenoid of *Chromis* (A1-C1: ventral view; A2-C2: lateral view).

A1, A2: *Chromis notata*; B1, B2: *Chromis fumea*; C1, C2: *Chromis analis*. Scale bars=2.5 mm.

1. 두개골 (頭蓋骨, Cranium) (Fig. 1, 2)

자리돔속에 속하는 자리돔, 노랑자리돔 및 연무자리돔의 두개골은 등글면서 비교적 높은 상후두골과 부드러운 액골을 가진다. 자리돔과 어류의 두개골은 서골 (vomer), 사골 (ethmoid), 측사골 (lateralethmoid), 액골 (frontal), 익설골 (alisphenoid), 기저설골 (basisphenoid), 외후두골 (exoccipital), 상후두골 (supraoccipital), 기저후두골 (basioccipital), 부설골 (parasphenoid), 설이골 (sphenotic), 노정골 (parietal), 익이골 (pteric), 전이골 (prootic), 후이골 (opisthotic), 상이골 (epiotic)의 19개의 골편으로 구성되어 있다. 두개골을 옆에서 보면, 연무자리돔은 상후두골의 융기 정도가 낮는데 반해, 자리돔과 노랑자리돔은 비교적 높게 융기되어 있었다. 두개골의 가장 앞쪽에 위치하는 삼각형 모양의 서골은 폭에서 차이를 보였는데 노랑자리돔, 자리돔, 연무자리돔의 순으로 폭이 좁아졌다. 액골은 두개골 등쪽면의 상반부를 차지하는 넓은 직사각형의 뼈로, 앞쪽으로는 사골 및 측사골, 뒤쪽으로는 상후두골, 노정골 및 설이골, 배쪽으로는 기저설골과 강하게 결합되어 있으며, 액골의 등쪽 표면에는 여러 개의 길게 뻗은 감각관이 나타나는데 연무자리돔이 가장 복잡한 형태를 보였다. 기저설골은 익설골에 비해 더욱 작고 가벼워진 뼈로, 앞가장자리의 형태에서 차이를 보였는데 자리돔은 앞가장자리의 상반부가 돌출되어 있지만 나머지 두 종은 일직선의 형태를 나타내었다. 설이골은 눈의 뒤 가장자리에 위치하는 뼈로, 자리돔 및 연무자리돔에서는 설이골의 앞쪽으로 돌출한 돌기가 아래쪽으로 향하는 반

면, 노랑자리돔은 뒤쪽으로 비스듬히 경사진 형태적 차이를 보였다. 노정골은 액골의 뒤가장자리 위쪽과 상후두골의 아래쪽에 위치하는 뼈로, 가운데 부위에 돌출한 가시 모양의 돌기가 노랑자리돔의 경우 자리돔 및 연무자리돔에 비해 더욱 발달된 형태를 보였다.

부설골은 두개골의 배쪽 정중선에 위치하는 뼈로, 앞끝은 뾰족하게 되어 있으며, 뒤로 갈수록 옆으로 넓어지다가 다시 좁아져 전체적으로는 긴 칼 모양을 하고 있다. 부설골을 옆에서 보면 전반부의 등쪽 가장자리에 1개의 융기연이 나타나는데, 연무자리돔과 노랑자리돔은 융기연의 형태가 명확한데 자리돔은 융기 정도가 매우 미약하였다.

2. 내장골 (內臟骨, Visceral skeleton) (Fig. 3, 4)

내장골은 새개부와 현수골로 크게 나눌 수 있는데, 새개부는 전새개골 (preopercle), 주새개골 (opercle), 하새개골 (subopercle) 및 간새개골 (interopercle)로 구성되어 있다. 전새개골은 위로는 설악골, 아래로는 방골 및 접속골과 밀접하게 관찰되어 있는 삼각형의 뼈로, 배쪽 가장자리를 따라 울퉁불퉁한 홈이 형성되어 있고, 상측두골과 후측두골 감각관이 아래로 연장되어 전새개골 감각관을 지나 치골과 각골에까지 뻗어 있다. 자리돔 및 노랑자리돔에서는 전새개골의 상행가지에서 시작되는 하나의 큰 감각관에 2개의 감각관 구멍이 있는 반면, 연무자리돔에서는 관찰할 수 없었다. 한편, 노랑자리돔에서만 전새개골의 감각관 구멍에 수십개의 미세한 유두상 돌기가 관

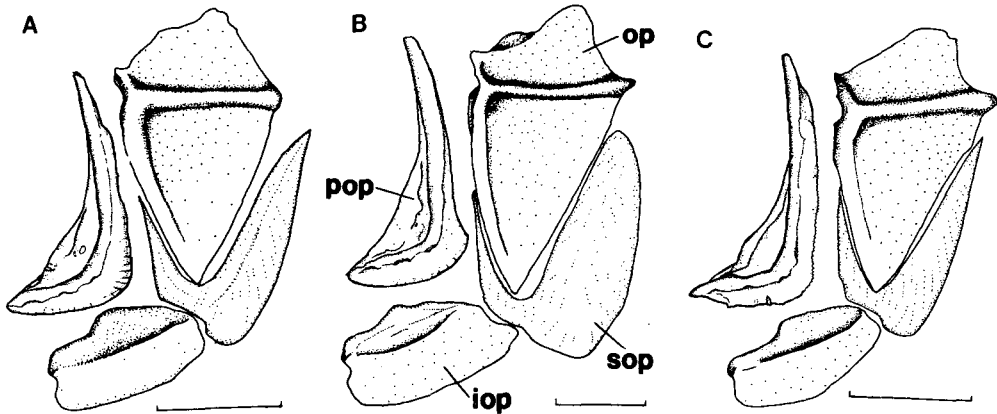


Fig. 3. Opercular of *Chromis* (lateral view).

A: *Chromis notata*; B: *Chromis analis*; C: *Chromis fumea*; iop: interopercle; op: opercle; pop: preopercle; sop: subopercle. Scale bars=5 mm.

찰되었으며, 자리돔 및 노랑자리돔은 전새개골 뒤가장자리가 부드럽지만, 연무자리돔은 거칠어 잘 구별되었다. 하새개골은 얇고 평평한 V자 형태의 뼈로, 자리돔 및 노랑자리돔은 하새개골 뒤쪽 상행돌기가 얇은 반면, 연무자리돔은 비교적 두꺼워 차이를 나타내었다.

내장골 중 입천정부를 구성하는 현수골은 구개골 (palatine), 내익상골 (endopterygoid), 외익상골 (ectopterygoid), 후익상골 (metapterygoid), 방골 (quadrate), 접속골 (symplectic), 설악골 (hyomandibular)의 7개의 골편으로 구성되어 있다. 구개골은 가장 앞쪽에 위치하는 뼈로, 뒤쪽으로 외익상골 및 내익상골과 접하며, 자리돔 및 연무자리돔에서는 전방돌기가 후방돌기보다 더욱 길지만, 노랑자리돔의 경우 전방돌기와 후방돌기는 거의 같았다. 또한 자리돔 및 연무자리돔은 구개골의 등쪽에 융기된 돌기가 낮는데 반해 노랑자리돔은 상대적으로 높아 차이를 나타내었다.

3. 안골 (眼骨, Orbital bone) (Fig. 5)

눈 주위를 둘러싸는 안골은 한 개의 안전골 (preorbital)과 다섯 개의 안하골 (suborbital)로 구성되어 있다. 자리돔속 어류의 안전골은 무딘 직사각형의 뼈로, 폭에서 차이를 보였는데 자리돔, 연무자리돔, 노랑자리돔의 순으로 폭이 넓었다. 한편, 안하골은 눈을 지지하는 안하판 (subocular plate)을 가지는데 두번째 안하골이 가장 큰 안하판을 가지는 것으로 나타났다. 첫번째 안하골은 짧고 비대한 직사각형의 뼈로, 안하관이 뼈의 단개로 덮여 있으며, 두번째 안하골은 길게 뻗은 직사각형의 뼈로, 첫번째 안하골과는 달리 안하관이 뼈 속에 매몰되어 있지 않고 표면으로 노출되어 있다. 세번째 및 네번째 안하골은

다소 길게 뻗은 직사각형의 뼈로, 두번째 안하골과 마찬가지로 안하관이 노출되어 있다. 다섯번째 안하골은 비교적 작으며, 안전골 및 첫번째 안하골과 동일하게 안하관이 뼈 아래에 매몰되어 있으며, 설이골의 측면돌기에 매우 가깝게 위치한다. 조사된 자리돔속 어류 3종은 안하골의 바깥쪽 가장자리가 모두 매끈한 형태를 나타내었다.

4. 악골 (顎骨, Jaw bone) (Fig. 6)

악골은 위턱을 지지하는 전상악골 (premaxillary) 및 주상악골 (maxillary), 아래턱을 지지하는 치골 (dentary), 관절골 (articular) 및 각골 (angular)로 구성되어 있다. 위턱의 가장 앞쪽에 위치하는 전상악골은 앞끝부분이 위를 향하는 가늘고 길게 돌출된 전상악골 상행돌기 (ascending process of premaxillary)와 바로 뒤에서 주상악골과 관절되어 주둥이가 앞으로 뻗어 나갈 수 있게 해주는 전상악골 관절돌기 (articular process of premaxillary) 및 전상악골의 후반부의 가운데에 위치하는 작은 사각형 모양의 전상악골 후상행돌기 (post-ascending process of premaxillary)로 되어 있다. 연무자리돔은 자리돔과 노랑자리돔에 비해 비교적 긴 상행돌기를 가지는데, 이것은 주상악골과의 근육 부착 면적을 넓혀 주어 위턱이 앞으로 쉽게 뻗어 나갈 수 있게 하여 준다. 주상악골은 비교적 길고 앞쪽 1/2 부위가 뒤틀린 모양을 하고 있는데 이것은 더 큰 힘을 충분히 받아 낼 수 있도록 구조화된 것이다. 주상악골의 앞끝에는 컵 모양의 측면돌기 (lateral process)가 나타나는데, 측면돌기에는 주상악골이 전상악골의 상행돌기로 미끄러지듯 들어갈 수 있도록 홈이 나 있다. 아래턱의 앞쪽에 위치하는 단단한 구조의 치골에

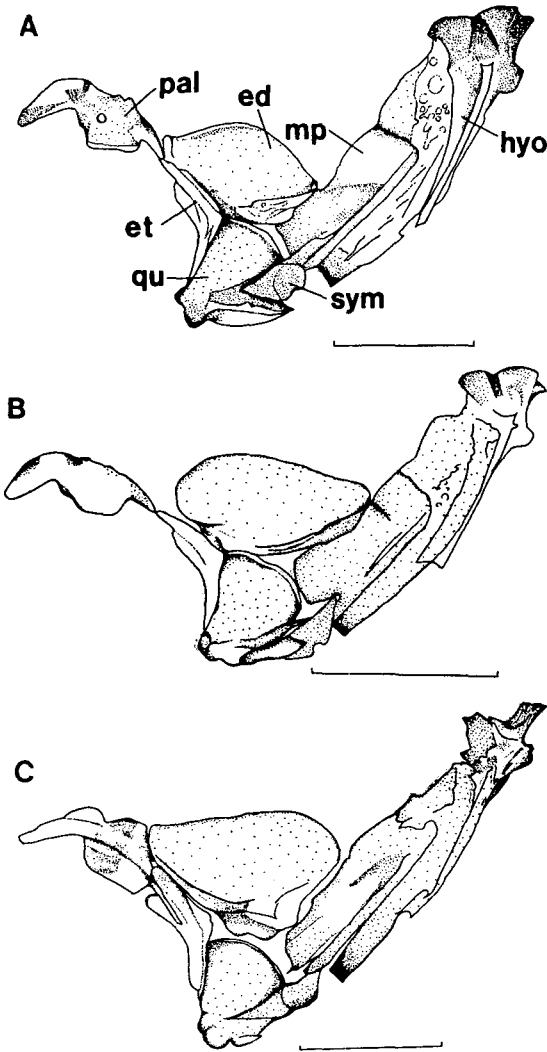


Fig. 4. Suspensorium of *Chromis* (lateral view).
 A: *Chromis notata*; B: *Chromis fumea*; C: *Chromis analis*; ed: endopterygoid; et: ectopterygoid; hyo: hyomandibular; mp: metapterygoid; pal: palatine; qu: quadrate; sym: symplectic. Scale bars=5 mm.

는 감각공이 관찰되는데, 자리돔 및 노랑자리돔에서는 2개의 감각공이 관찰되지만, 연무자리돔에서는 나타나지 않았다.

5. 설궁 (舌弓, Hyoid arch) (Fig. 7)

설궁은 미설골 (urohyal), 인설골 (glossohyal), 하설골 (hypohyal), 각설골 (ceratohyal), 상설골 (epihyal), 간설골 (interhyal) 및 새조골 (branchial rays)로 구성된 뼈로, 혀를 지지하여 준다.

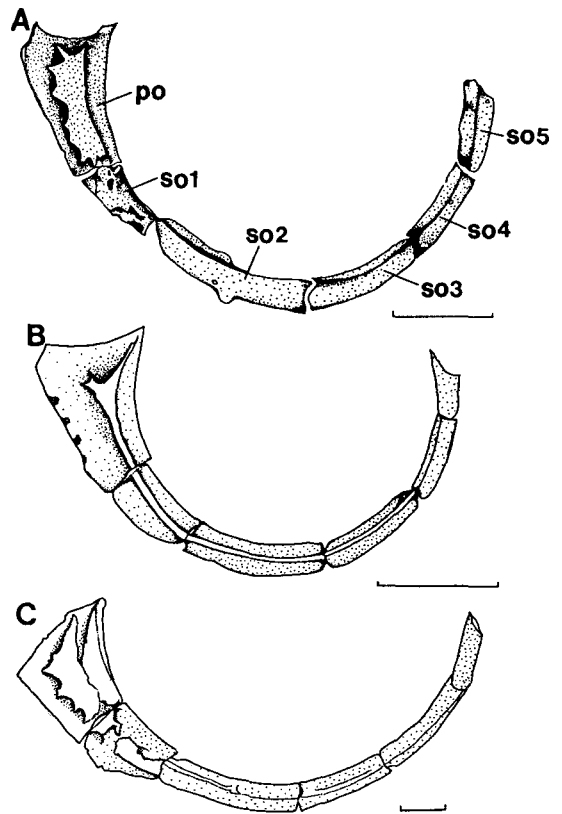


Fig. 5. Orbital bone of *Chromis* (lateral view).
 A: *Chromis notata*; B: *Chromis fumea*; C: *Chromis analis*; po: preorbital bone; so1: first suborbital bone; so2: second suborbital bone; so3: third suborbital bone; so4: fourth suborbital bone; so5: fifth suborbital bone. Scale bars=2.5 mm.

미설골은 등쪽으로는 약간 오목하며, 배쪽으로는 마치 얇은 돛 모양의 뼈로, 앞끝이 강한 인대에 의해 하설골의 배쪽 면과 연결되어 있으며, 뒤쪽은 옆으로 확장되어 쇄골과 연결됨으로서, 쇄골에서 발생한 힘을 설궁에 전달한다. 인설골은 설궁의 제일 앞쪽에 위치하는 뼈로, 자리돔에서는 인설골이 전체적으로 완만한 타원형을 나타내지만, 노랑자리돔 및 연무자리돔은 인설골의 전반부가 후반부에 비해 폭이 매우 넓어 차이를 보였다.

하설골은 상부하설골 (upper hypohyal) 및 하부하설골 (lower hypohyal)로 구성되어 있는데, 자리돔 및 노랑자리돔에서는 상부하설골에 1개의 감각공만 관찰되었지만, 연무자리돔에서는 2개의 구멍이 관찰되었으며, 자리돔 및 연무자리돔의 하부하설골은 상부하설골 및 각설골과 일부 경골로써 결합되어 있는 반면, 노랑자리돔은 연골로만 결합되어 있어 결합 형태에서 중간 차이를 보였다.

상설골은 반달 모양의 뼈로, 자리돔 및 연무자리돔에

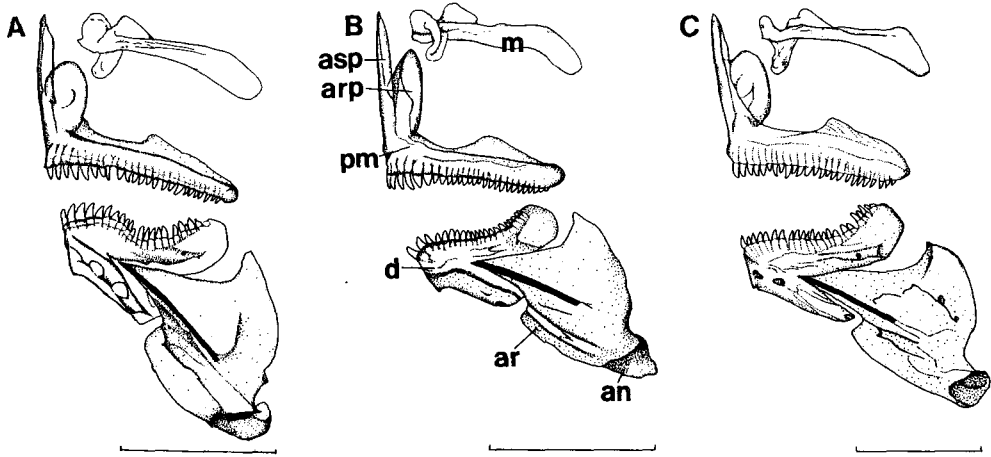


Fig. 6. Jaw bone of *Chromis* (lateral view).

A: *Chromis notata*; B: *Chromis fumea*; C: *Chromis analis*; an: angular; ar: articular; arp: articular process; asp: ascending process; d: dentary; m: maxillary; pm: premaxillary. Scale bars=5 mm.

서는 상설골이 각설골과 지그재그 형태의 경골로 결합되어 있는 반면, 노랑자리돔에서는 연골로만 결합되어 있어 차이를 보였다.

6. 견대골 (肩帶骨, Shoulder girdle bone) (Fig. 8)

가슴지느러미를 지지하여 주는 견대는 Y자 형태의 상측두골 (supratemporal), V자 형태의 후측두골 (posttemporal), 곤봉 모양의 상쇄골 (supraclavicle), 커다란 주걱 모양의 쇄골 (clavicle), 1개의 커다란 구멍을 가지는 견갑골 (scapula), 깔때기 모양의 오혜골 (coracoid), 4개의 사출골 (actinost) 및 막대기 모양의 후쇄골 (postclavicle)로 구성되어 있다. 그 중에서, 가장 위쪽에 위치하는 상측두골은 위쪽으로 2개, 아래쪽으로 1개의 감각관이 지나가는데, 자리돔의 경우 감각관의 통로가 노출되어 있지만 나머지 2종은 뼈의 덮개에 의해 덮여 있는 차이를 나타내었다.

후측두골은 위로는 상측두골과 가까이 위치하며, 아래로는 상쇄골과 중복되어 있는데, 등쪽 가장자리의 형태에서 자리돔과 연무자리돔은 평평한 반면, 노랑자리돔은 울퉁불퉁하여 더욱 복잡한 형태를 나타내었다.

사출골은 가운데가 오목하게 패인 모양의 뼈로, 모두 4개가 있으며 바로 뒤에 가슴지느러미 줄기가 나타난다. 4개의 사출골 가운데에서 가장 큰 첫번째 사출골의 뒷가장자리의 형태가 자리돔 및 연무자리돔에서는 S 형태를 나타내지만, 노랑자리돔에서는 완만한 타원 형태를 나타내었다.

쇄골 윗부분의 가운데에 가벽계 부착된 후쇄골은 2개의 골편, 즉 후쇄골 상골편 (upper postclavicle) 및 후쇄

골 하골편 (lower postclavicle)으로 구성되어 있는데, 후쇄골 상골편의 경우, 자리돔 및 연무자리돔에서는 폭이 노랑자리돔에 비해 넓은 경향을 보였으며 후쇄골 하골편의 경우, 자리돔 및 노랑자리돔에서는 폭이 좁고 뒤끝이 뾰족한데 비해, 연무자리돔에서는 넓고, 뭉툭하였다.

7. 척추골 (脊椎骨, Vertebrae) (Fig. 9)

자리돔속 어류는 모두 11개의 복추골 (abdominal vertebra)과 15개의 미추골 (caudal vertebra)을 가지며 또한 척추골의 배쪽 가장자리에는 측돌기 (parapophysis)가 나타나는데, 자리돔은 제7추체에서, 연무자리돔은 제6추체에서, 노랑자리돔은 제5추체에서 각각 측돌기가 출현하기 시작하여 중간에 뚜렷한 차이를 보였다.

등지느러미를 지지하여 주는 신경간극의 앞쪽으로는 3개의 유신경간극 (free neural spine)이 있는데 두개골과 제1추체, 제1추체와 제2추체, 제2추체와 제3추체 사이에 각각 1개씩 삽입된다. 그리고 제3추체와 제4추체 사이에는 2개의 신경간극이 삽입되지만 그 이후부터 마지막 등지느러미 가지까지 1개의 신경간극이 삽입된다. 또한 등지느러미 연조부터는 신경간극이 추체 사이에 각각 2개씩 삽입되는데, 제14~17추체까지는 규칙적으로 2개, 제18~19추체에는 3개, 제19~20추체에는 1개의 신경간극이 삽입되는 형태를 나타낸다. 신경간극이 삽입되는 유형은 거의 동일하나, 등지느러미 가지 수에 따라서 약간의 차이를 나타내었다. 또한 자리돔에서는 제8~17추체에 각각 1개씩의 구멍이, 연무자리돔에서는 제3~12추체에 1~2개의 구멍이, 노랑자리돔에서는 제4~13추체에 각각 2개씩의 구멍이, 제15~19번째 추체에 1개씩의 구

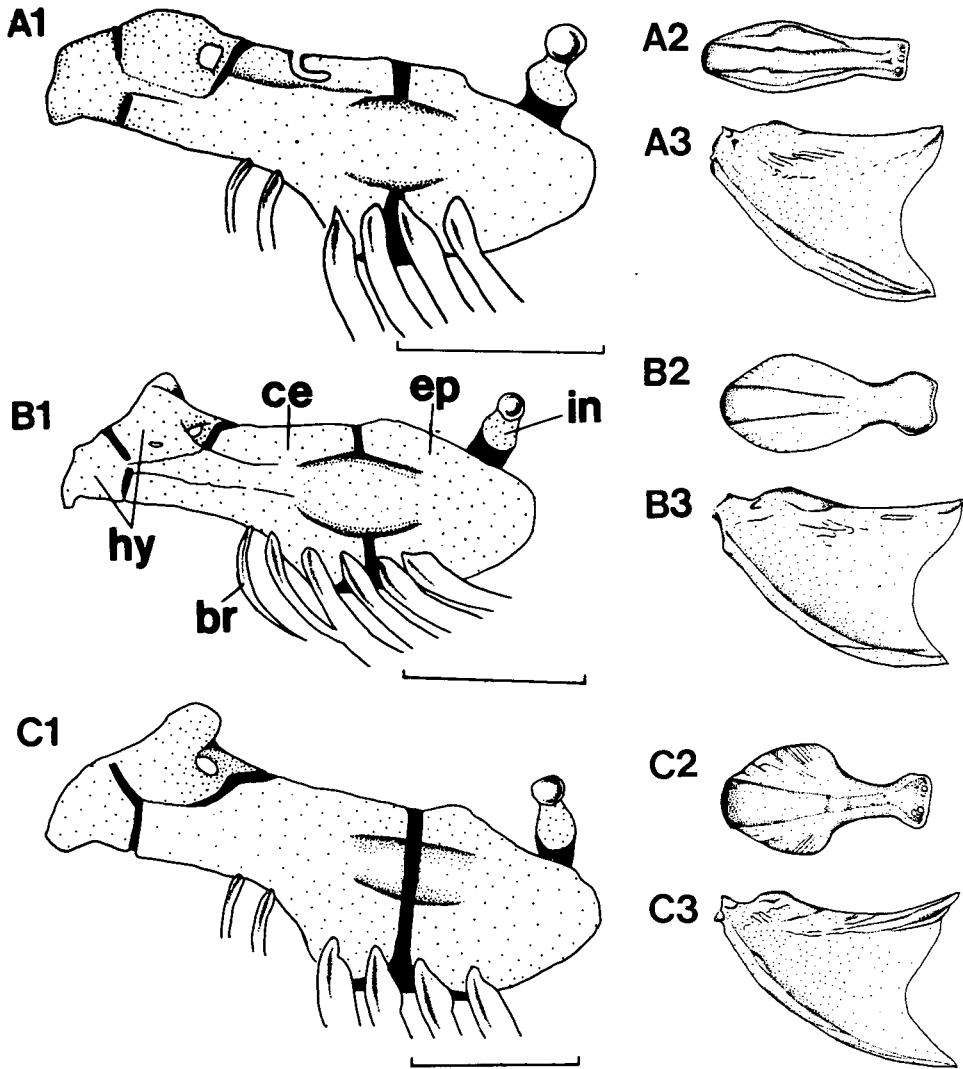


Fig. 7. Hyoid arch of *Chromis*.

A1-C1: The hyoid arch (lateral view); A2-C2: glossohyal (ventral view); A3-C3: urohyal (lateral view); A1-A3: *Chromis notata*; B1-B3: *Chromis fumea*; C1-C3: *Chromis analis*; br: branchiostegal rays; ce: ceratohyal; ep: epihyal; hy: hypohyal; in: interhyal. Scale bars=2.5 mm.

명이 관찰되어 서로 잘 구별되었다.

8. 미골 (尾骨, Caudal skeleton) (Fig. 10)

꼬리지느러미를 지지하는 미골은 비교적 복잡한 구조로 되어 있는데, 자리돔속 어류 3종의 하미축골 판 (hypural plate)은 하미축골 1+2, 하미축골 3+4, 그리고 준하미축골 (parhypural)이 넓은 면적을 차지하여 크게 세 부분으로 구성되어 있다. 하미축골 1+2와 하미축골 3+4의 결합 형태의 경우, 자리돔 및 연무자리돔은 두 뼈가 중간에서 결합되었다가 다시 분리되는 형태를 나타내지

만, 노랑자리돔은 중간에서 결합되는 형태를 보이지 않았다. 또한, 두번째 꼬리지느러미 앞 신경극 (second neural spine of pleural centrum)의 등쪽 가장자리의 형태는 연무자리돔 및 노랑자리돔이 서로 비슷하였고, 제1상미축골 (first epural)의 배쪽 가장자리의 형태에서는 자리돔이 울퉁불퉁하여 나머지 2종에 비해 비교적 거칠었다.

고찰

자리돔과 어류의 골격에 관한 연구로는, Ciardelli

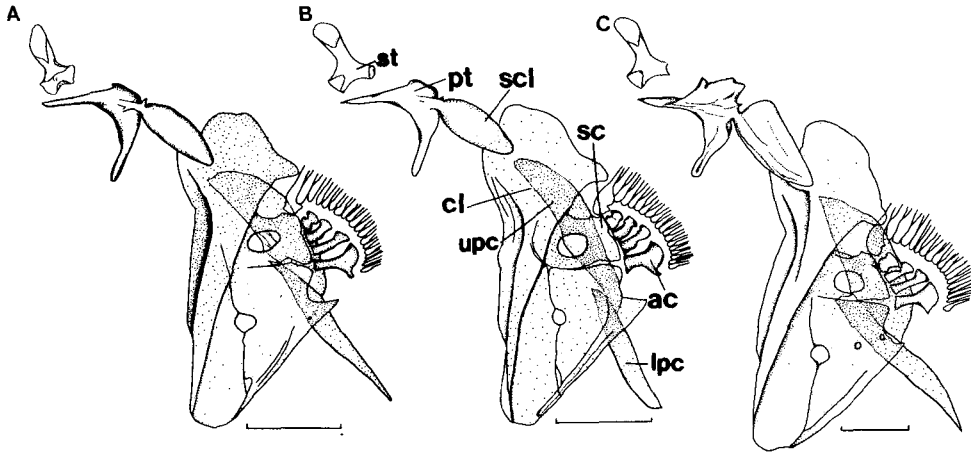


Fig. 8. Shoulder girdle of *Chromis* (lateral view).

A: *Chromis notata*; B: *Chromis fumea*; C: *Chromis analis*; ac: actinost bone; cl: clavicle; lpc: lower postclavicle; pt: posttemporal; sc: scapular; scl: supraclavicle; st: supratemporal; upc: upper postclavicle. Scale bars=5 mm.

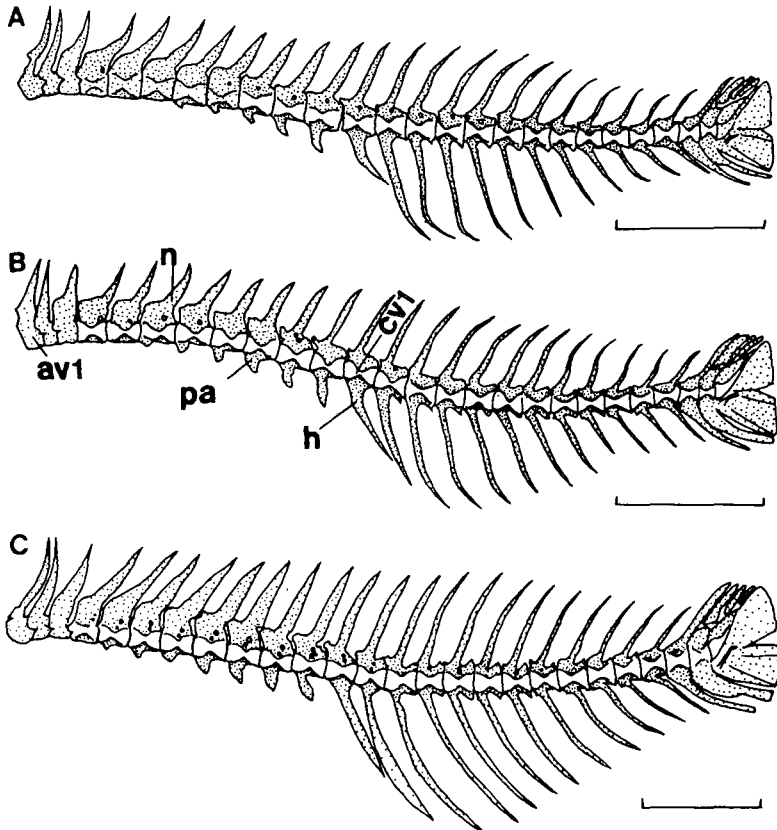


Fig. 9. Vertebrae of *Chromis* (lateral view).

A: *Chromis notata*; B: *Chromis fumea*; C: *Chromis analis*; av1: first abdominal vertebra; cv1: first caudal vertebra; h: hemal spine; n: neural spine; pa: parapophysis. Scale bars=10 mm.

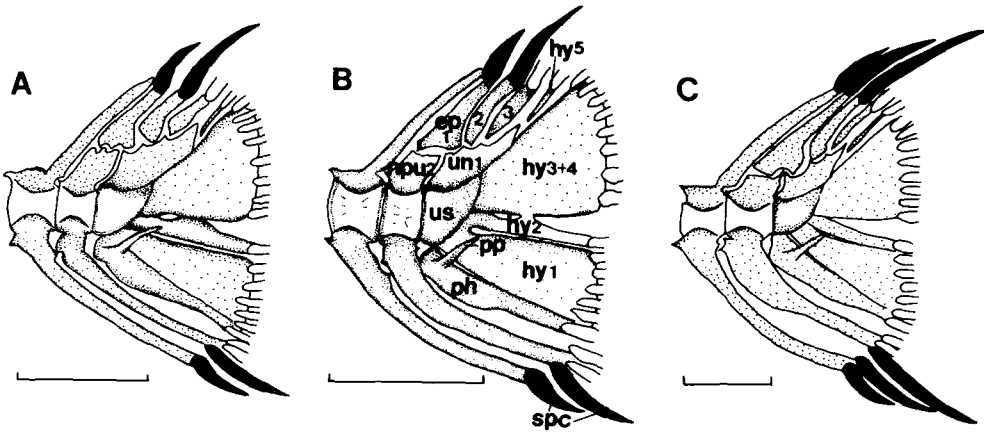


Fig. 10. Caudal skeleton of *Chromis* (lateral view).

A: *Chromis notata*; B: *Chromis fumea*; C: *Chromis analis*; ep: epural; hy: hypural; npu 2: second neural spine of pleural centrum; ph: parhypural; pp: hypurapophysis; spc: spiniform procurent caudal rays; us: urostyle; un 1: first uroneural. Scale bars=5 mm.

(1967)가 미세조류를 뜯어먹는데 적합한 이빨을 가진 *Micropsathodon chrysurus*의 악골의 형태와 작용에 대하여는 하였으며, Emery (1973)는 Caribbean 해역으로부터 자리돔과 어류 14종의 섭이기작과 관련된 골격에 대해 기재하는 한편 Emery (1980)는 *Lepidozygus tapeinosoma*의 전반적인 골격형태에 대해 상세하게 보고하면서 자리돔과 어류의 계통에 대한 단편적인 지식을 언급하였다. Emery (1973)는 주상악골과 전상악골의 결합이 자리돔속 (*Chromis*), 줄자돔속 (*Abudefduf*)에서 나타난다고 보고하는 한편, 자리돔속을 전상악골의 상행돌기 (ascending premaxillary process), 이빨, 꼬리지느러미 등의 형태에 근거를 두어 *Heliases* 및 *Furcaria*의 두 아속으로 나눌 것을 제시하였다. 이중 *Furcaria*는 매우 긴 전상악골 상행돌기, 여러 열의 작은 이빨, 가랑이형의 꼬리지느러미를 가지는데, Emery (1980)의 *Lepidozygus tapeinosoma*는 상행돌기의 길이가 짧은 점에서 *Heliases*와 닮아 있으며, 자리돔속 3종은 *Furcaria*와 닮은 것으로 나타났다.

일반적으로 미골의 하미축골은 개체발생에 따른 융합의 정도에서 심한 변이를 나타내는데 치어기에는 하미축골 1과 2, 하미축골 3과 4가 분리되어 있지만, 성장하면서 이들은 서로 융합된다. Emery (1980)는 자리돔과 어류에서 점자돔속 (*Pomacentrus*) 및 줄자돔속 (*Abudefduf*)의 하미축골 1과 2는 느슨하게 연결되어 있는 반면, 자리돔속 (*Chromis*)은 비교적 강하게 결합되며, 흰동가리속 (*Amphiprion*)은 치어기에서 이미 하미축골 1과 2, 3과 4가 각각 강한 결합형태를 나타내는 등 속간 차이를 지적하였다. 본 조사에서는 자리돔 및 연무자리돔의 하미축골 1과 2가 느슨하게 결합된 형태를 나타내어 Emery (1980)의 결과와 차이를 보였고, 노랑자리돔은 비교적 강하게 결합되어 Emery (1980)의 결과와 잘 일치하였다. Emery (1980)는 계통에 대하여, 이러한 하미축골의 결합형태

를 최근의 공동조상에서 비롯된 형질이라기보다 비슷한 생태적 조건에 의한 수렴의 결과로 생각하는 것이 타당하다고 하였다.

골격 형태에서 전상악골은 앞으로 뺏어 나갈 수 있게 되어 있으며, 이러한 구조는 경골어류의 성공적인 진화를 가능하게 하였다 (Schaefer and Rosen, 1961; Alexander, 1967; Liem, 1970). 전상악골의 상행돌기가 짧고 관절돌기가 현저하게 발달한 키크리과 (Cichlidae) 어류는 입을 크게 벌려 한번에 먹이를 취할 수 있지만, 전방으로의 신출 기능이 다소 떨어진다 (Yamaoka, 1987). 자리돔속 어류 3종에서 나타난 비교적 긴 상행돌기와 적은 치열 수는 키크리과 어류와는 대조적이며, 이러한 형태는 주둥이를 앞으로 뺏어 먹이를 취하는데 적합한 형태로 생각된다. 한편, 해조류를 뜯어먹는 키크리과 어류의 주상악골에는 커다란 측면돌기가 나타나며, Liem and Osse (1975)는 이러한 주상악골의 확장된 관절부위는 위턱을 안정시켜 준다고 하였지만 저서 섭이자의 주상악골의 측면돌기는 형태 변이가 대단히 심한 것으로 보고되어 있다 (Yamaoka, 1987). 자리돔속 어류 3종은 중층에서 플랑크톤을 먹기 때문에 관절 부위의 형태 변이가 적은 것으로 나타났으며, 먹이를 바로 삼키기 때문에, 먹이의 2차 분쇄 기관인 상인두골 및 하인두골이 매우 발달되어 있고 또한 창자에서의 소화 효율을 높이기 위해 체장의 2배에 달하는 긴 창자를 가진다 (Baik, 1980; Kim et al., 1994a, b).

짧은 아래턱은 해조를 섭이하는 동안 직면하게 되는 강한 저항에 비교적 안정된 힘을 제공하며 (Liem and Osse, 1975), 또한 짧고 두꺼운 아래턱은 해조를 뜯어먹는데 있어 고도의 적응 형태로 보고된 바 있는데 (Ya-

maoka, 1982, 1983a, 1983b), 본 조사에서는 자리돔속 어류 3종이 모두 비교적 길게 연장된 아래턱을 가지며, 특히 관절골은 치골에 비해 더욱 연장되고 두꺼워진 형태를 보여 키크리과 어류와는 정반대의 경향을 나타내었다. Yamaoka (1987)는 키크리과 어류의 이빨 형태에 대하여, 끝이 3갈래에서 2갈래로 갈라진 형태로의 진화 가능성을 논하였는데, 자리돔속 어류의 원추형의 이빨은 키크리과 어류의 이빨에 비해 보편적이거나 식성의 차이에서 비롯된 생태적 적응의 결과로 생각된다.

Emery (1980)는 대부분의 자리돔류에서는 3개의 유리 신경간극이 나타나는 반면에, 흰동가리속 (*Amphiprion*)은 2개, *Pristotis* 및 *Texeirichthys* 속은 1개의 유리 신경간극을 가져 속간 차이에 대하여 보고하였다. 또한 Randall et al. (1981)은 유리 신경 간극의 삽입 형태에 따라 자리돔과 어류를 크게 4유형으로 나누었으며, 그 중 자리돔속 및 *Dascyllus*속은 동일 유형에 속한다고 하였다. 본 조사에서 자리돔속 어류 3종은 모두 3개의 유리 신경간극을 가지며, 동일하게 척추골 사이에 삽입되는 형태를 나타내었다.

Arai et al. (1976)은 자리돔속 어류를 자리돔과 어류 중에서 가장 일반적인 집단으로 보았는데, Randall et al. (1981)은 자리돔속 어류가 가지는 원뿔니와 후비공을 본 가설의 타당성의 형질로써 지적하였다. 또한 Randall et al. (1981)은 꼬리지느러미 상하 극상연조의 갯수가 적을수록 원시적이라고 하였는데, 자리돔속 (*Chromis*)은 5~6개, 파랑돔 (*Pomacentrus coelestis*)은 7개, 흰동가리속 (*Amphiprion*)은 8개를 가져 자리돔속 어류가 자리돔과 어류 중에서 비교적 원시적인 집단으로 생각된다. Kim and Kang (1989)은 모래무지아과 어류의 미설골의 형태 비교에서 미설골의 원시 형질을 수평판의 뒤쪽 가장자리가 움푹 패인 상태 및 수직판의 길이가 수평판의 길이보다 짧은 상태라고 논하였는데 그들의 견지에서 볼 때 자리돔속 어류 3종은 놀래기과 어류 (Koh, 1995)에 비하여 비교적 원시형에 가까운 것으로 생각된다.

한편, 자리돔과 어류의 분류체계는 인두골의 형태에서 논란의 대상이 되고 있는데, 일반적으로, 인두골 (pharyngeal bone)이란 새궁부의 제4, 제5새궁의 상반부가 융합하여 상인두골 (upper pharyngeal bone)을 형성하며, 제5새궁의 하반부가 하인두골 (lower pharyngeal bone)로 변형된 뼈로 (Kim, 1989), Kaufman and Liem (1982)의 Labroidei는 좌우의 5번째 각새골이 융합되어 하나의 하인두골을 형성하는 특징을 가지며, 이러한 특징을 가진 어류에는 키크리과, 망상어과, 자리돔과, 놀래기과, 파랑비늘돔과 및 Odacidae의 모두 6개의 집단이 포함된다.

인두골에 대한 연구는 키크리과 (Stiassny, 1981), 파랑비늘돔과 (Masuda et al., 1984), 망상어과 (Liem, 1986) 등의 보고에서 상세하게 다루어지고 있지만, 이들 단편적인 자료로 단계통을 증명하기란 어렵다.

자리돔과 어류의 계통에 관한 연구는 최근에 와서 더욱 활발하게 진행되고 있다. 키크리속, 망상어속, 자리돔속 어류를 비교 자매 집단으로 정하여 조사된 놀래기과 어류의 분류학적 연구 (Koh, 1995)에서는 부드러운 전새개골, 퇴화된 제1신경극, 퇴화된 5번째 하미측골, 배면이 융합된 마지막 미추골의 신경관절돌기, 배쪽 뒤끝이 길게 연장된 미설골, 후견치상치, 끝이 뾰족한 하인두치 등을 특화된 형질로 간주하였는데 본 조사에서 전새개골의 뒷가장자리는 연부자리돔만이 툭나 형태를 나타내었고 Randall et al. (1981)도 자리돔속 어류의 전새개골의 뒷가장자리는 대부분 부드러운 형태를 나타낸다고 하여 추후 재검토가 요망된다. 또한, Labroidei의 개체 발생학적 연구 (Richards and Leis, 1984)에 의하면, 자리돔과와 키크리과 어류의 자어는 놀래기형 자어에서 볼 수 있는 특화된 형질을 가지지 않으므로 Labroidei의 단계통을 초기 생활사의 특징으로 규명하기란 어렵다고 하였다.

자리돔과 어류는 단계통 (monophyly)으로 간주되는 한편, 하인두골의 등쪽 면에 나 있는 수십 개의 바늘 모양의 이빨, 아래턱이 각설골과 강력한 결합 조직을 형성한다는 점에서 Labroidei의 나머지 어류와 다소 차이를 보인다 (Lauder and Liem, 1983). 그러나, 자리돔과 어류와 비교 자매 집단 간의 상세한 골격 및 근육 형질의 조사는 Nelson (1994)에 의해 이미 제시된 바 있듯이 시급한 실정이다.

본 조사 결과, 두개골의 상후두골, 부설골, 기저설골, 내장골의 전새개골, 안골의 안전골, 설궁의 인설골, 하설골, 각설골, 상설골, 견대의 후측두골, 후쇄골 상골편, 후쇄골 하골편, 첫번째 사출골, 척추골의 측돌기 및 미골의 두번째 꼬리지느러미 앞 신경극이 한국산 자리돔속 어류 3종의 새로운 분류형질로 밝혀졌다 (Table 1).

요 약

1993년 4월부터 1994년 8월까지 우리나라에서 채집된 자리돔속 (*Chromis*) 어류에 속하는 자리돔 (*Chromis notata*), 노랑자리돔 (*C. analis*) 및 연부자리돔 (*C. fumea*)을 대상으로 그들의 내부골격을 조사하였다. 자리돔속 3종은 두개골, 내장골, 척추골 및 미골의 형태에서 잘 구별되었다. 자리돔은 완만하게 경사진 인설골, 노랑자리돔은 3개의 꼬리지느러미 극상연조를 가지며, 연부자리돔은

Table 1. Comparative morphology and osteological characters of *Chromis notata*, *Chromis fumea* and *Chromis analis*

Characters		<i>Chromis notata</i>	<i>Chromis fumea</i>	<i>Chromis analis</i>
Cranium	Height of supraoccipital	Moderate	Low	High
	Height of process of parasphenoid	Low	High	High
	Anterior margin of basisphenoid	Project	Flat	Flat
Visceral skeleton	Fine papilla-like process at the end of the preopercular sensory canal	Absent	Absent	Present
Orbital bone	Width of preorbital	Narrow	Moderate	Broad
Hyoid arch	Shape of glossohyal	Slightly curved	Deeply curved	Deeply curved
	Union between lower hypohyal and ceratohyal	By hard bone	By hard bone	By cartilage
	Union between ceratohyal and epihyal	By hard bone	By hard bone	By cartilage
Shoulder girdle	Dorsal margin of posttemporal	Flat	Flat	Project
	Width of upper postclavicle	Broad	Narrow	Broad
	Posterior end of lower postclavicle	Point	Round	Point
	Posterior margin of first actinost bone	S form	S form	Round form
Vertebrae	Beginning point of parapophysis	seventh vertebra	sixth vertebra	fifth vertebra
Caudal skeleton	Upper shape of second neural spine of pleural centrum	Bumpy	Flat	Flat

전새개골의 뒷가장자리가 톱니 형태를 나타내어 뚜렷하게 구별되었다.

본 조사 결과, 한국산 자리돔속 어류의 골격 중 두개골의 상후두골, 부설골, 기저설골, 내장골의 전새개골, 안골의 안전골, 설궁의 인설골, 하설골, 각설골, 상설골, 견대의 후측두골, 후쇄골 상골편, 후쇄골 하골편, 첫번째 사출골, 척추골의 측돌기 및 미골의 두번째 꼬리지느러미 앞 신경극이 새로운 분류형질로 밝혀졌다.

참 고 문 헌

- Alexander, R. McN. 1967. The functions and mechanism of the protrusible upper jaws of some acanthopterygian fish. *J. Zool., London*, 151, 43~64.
- Allen, G. R. 1991. *Damselfishes of the World*. Mergus Publishers, Melle, Germany, 271 pp.
- Arai, R., M. Inoue and H. Ida. 1976. *Chromosomes of four species of coral fishes from Japan*. *Bull. Nat'l. Sci. Mus. Japan. ser. A (Zool.)*, 2 (2), 137~142.
- Baik, M. H. 1980. On the morphology of digestive organ of Osteichthyes along the coast of Seogwipo in Jeju-do-Liver, stomach, pyloric caeca, intestine-. *Bull. Cheju Nat'l. Univ. (Nat. Sci.)*, 11, 117~127.
- Chyung, M. K. 1977. *The Fishes of Korea*. Il-Ji-Sa. Co., Seoul, 727 pp.
- Ciardelli, A. 1967. The anatomy of the feeding mechanism and the food habits of *Microspathodon chrysurus* (Pisces: Pomacentridae). *Bull. Mar. Sci.*, 17, 845~883.
- Emery, A. R. 1973. Comparative ecology and functional osteology of fourteen species of damselfish (Pisces: Pomacentridae) at Alligator Reef, Florida Keys. *Bull. Mar. Sci.*, 23, 649~770.
- Emery, A. R. 1980. The osteology of *Lepidozygus tapeinosoma* (Pisces: Pomacentridae). *Bull. Mar. Sci.*, 30, 213~236.
- Emery, A. R. and R. E. Thresher. 1980. Biology of damselfishes. *Bull. Mar. Sci.*, 30, 145~146.
- Emery, A. R. and W. F. Smith-Vaniz. 1982. Geographic variation and redescription of the western Atlantic damselfish, *Chromis enchrysurus* Jordan and Gilbert (Pisces: Pomacentridae). *Bull. Mar. Sci.*, 32, 151~165.
- Eschmeyer, W. N. 1990. *Catalog of the genera of recent fishes*. San Francisco: California Academy of Sciences, 697 pp.
- Kaufman, L. S. and K. F. Liem. 1982. Fishes of the suborder Labroidei (Pisces: Perciformes): phylogeny, ecology, and evolutionary significance. *Breviora*, 472, 19 pp.
- Kawamura, K. and K. Hosoya. 1991. A modified double staining technique for making a transparent fish-skeletal specimen. *Bull. Nat'l. Res. Inst. Aqua.*, 20, 11~18.
- Kim, I. S. and E. J. Kang. 1989. Comparative study on the urohyal of the Subfamily Gobioninae of Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 1 (1, 2), 24~34.
- Kim, Y. U. 1989. *Introduction of Ichthyology*. Tae Hwa Pub. Co., Pusan, 270 pp.
- Kim, Y. U., J. R. Ko and J. K. Kim. 1994a. New re-

- cord of the damselfish, *Chromis analis* (Pisces: Pomacentridae) from Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 27 (2), 193~199.
- Kim, Y. U., J. R. Ko and J. G. Myoung. 1994b. New record of the damselfish, *Chromis fumea* (Pisces: Pomacentridae) from Korea. Korean J. Ichthyol., 6 (1), 21~27.
- Kim, Y. U. and J. K. Kim. 1996. Morphological study of the genus *Chromis* from Korea - I. External morphology of three damselfishes of the genus *Chromis* (Teleostei: Pomacentridae) from the Korean waters. Korean J. Ichthyol., 8 (2), 23~32.
- Koh, J. R. 1995. Taxonomic study on the family Labridae (Teleostei: Perciformes) from Korea. Ph.D. Thesis, Nat. Fish. Univ. Pusan, 167 pp.
- Koh, Y. B. and D. S. Jeon. 1983. Fisheries biology for fishing improvement and optimum catch of a damsel fish, *Chromis notatus* (Pisces, Pomacentridae) in Seogwipo, Jeju Island - 1. Life cycle and spawning. Bull. Mar. Resour. Res. Inst. Jeju Nat'l. Univ., 7, 1~14.
- Lauder, G. V. and K. F. Liem. 1983. The evolution and interrelationships of the actinopterygian fishes. Bull. Mus. Comp. Zool., 150 (3), 95~197.
- Lee, W. O. and I. S. Kim. 1996. A revision of the Suborder Labroidei (Pisces: Perciformes) from Korea. Korean J. Ichthyol., 8 (1), 22~48.
- Liem, K. F. 1970. Comparative functional anatomy of the Nandidae (Pisces: Teleostei). Fieldiana. Zool., 56, 1~166.
- Liem, K. F. 1986. The pharyngeal jaw apparatus of the Embiotocidae (Pisces: Teleostei) : a functional and evolutionary perspective. Copeia, 1986 (2), 311~323.
- Liem, K. F. and J. W. M. Osse. 1975. Biological versatility, evolution and food resource exploitation in African cichlid fishes. Amer. Zool., 15, 427~454.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, Tokyo, 448 pp.
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1474 pp.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the World. 3rd ed., John Wiley & Sons, INC., New York, 600 pp.
- Randall, J. E. 1985. *Chromis viridis* (Cuvier, 1830), the correct name for the Indo-Pacific damselfish previously known as *C. caerulea* (Pisces, Pomacentridae). Cymbium, 9 (4), 411~413.
- Randall, J. E. and W. I. Follett. 1989. Diagnosis of the Hawaiian pomacentrid fish *Chromis ovalis* and its juvenile stages, with discussion of its challenged specific name. Copeia, 1989 (4), 847~849.
- Randall, J. E. and J. E. McCosker. 1992. Two new damselfishes of the genus *Chromis* (Perciformes: Pomacentridae) from the South Pacific. Proc. Cali. Acad. Sci., 47 (12), 329~337.
- Randall, J. E., H. Ida and J. T. Moyer. 1981. A review of the damselfishes of the genus *Chromis* from Japan and Taiwan, with description of a new species. Japan. J. Ichthyol., 28 (3), 203~242.
- Regan, C. T. 1913. The classification of percoid fishes. Ann. Mag. Nat. Hist., 8 (12), 111~145.
- Richards, W. J. and J. M. Leis. 1984. Labroidei : Development and relationships, In Ontogeny and Systematics of Fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication No. 1. pp. 542~547.
- Schaeffer, B. and D. E. Rosen. 1961. Major adaptive levels in the evolution of the actinopterygian feeding mechanism. Amer. Zool., 1, 187~204.
- Smith-Vaniz, W. F. and A. R. Emery. 1980. Redescription and synonymy of the western Atlantic damselfish *Chromis flavicauda* (Günther). Bull. Mar. Sci., 30, 204~212.
- Stiassny, M. L. J. 1981. The phyletic status of the family Cichlidae (Pisces, Perciformes): A comparative anatomical investigation. Neth. J. Zoo., 31 (2), 275~314.
- Stiassny, M. L. J. and J. S. Jensen. 1987. Labroid intrarelationships revisited: morphological complexity, key innovations, and the study of comparative diversity. Bull. Mus. Comp. Zool., 151 (5), 269~319.
- Yamaoka, K. 1982. Morphology and feeding behaviour of five species of genus *Petrochromis* (Teleostei, Cichlidae). Physiol. Ecol., 19, 57~75.
- Yamaoka, K. 1983a. A revision of the cichlid fish genus *Petrochromis* from Lake Tanganyika, with description of a new species. Japan. J. Ichthyol., 30 (2), 129~141.
- Yamaoka, K. 1983b. Feeding behaviour and dental morphology of algae scraping cichlids (Pisces: Teleostei) in Lake Tanganyika. African Study Monogr., 4, 77~89.
- Yamaoka, K. 1987. Comparative osteology of the jaw of algae-feeding cichlids (Pisces, Teleostei) from Lake Tanganyika. Rep. Usa Mar. Biol. Inst., 9, 87~137.

1997년 3월 18일 접수

1997년 6월 30일 수리