

청돔 (*Rhabdosargus sarba*)의 외부형태 및 내부골격External Morphology and Internal Osteology of the Goldlined Seabream (*Rhabdosargus sarba*)김유리¹, 전현정¹, 이 진², 유태식², 한경호^{1,*}Yuri Kim¹, Hyeonjeong Jeon¹, Jin Lee², Tae-Sik Yu², Kyeong-Ho Han^{1,*}¹전남대학교 양식생물학과²전남대학교 수산과학연구소¹Department of Aquaculture, Chonnam University, Yeosu 59626, Republic of Korea²Fisheries Science Institute, Chonnam University, Yeosu 59626, Republic of Korea* Correspondence to Kyeong-Ho Han
E-mail: aqua05@jnu.ac.kr

Received January 5, 2026

Revised February 28, 2026

Accepted February 28, 2026

Abstract : This study was conducted to provide fundamental taxonomic data by observing and describing the external morphological characters and internal skeletal structure of the sparid fish, *Rhabdosargus sarba* (Goldlined seabream), and interpreting their functional significance. Analysis of 10 specimens confirmed typical Sparidae characteristics: dorsal fin rays XI-14, anal fin rays III-11~12, and 22 vertebrae. The internal skeleton, composed of the cranium, jaws, suspensorium, vertebrae, and caudal complex, showed a jaw structure specifically adapted for powerful mastication. The premaxilla possesses an “L”-shaped, protrusible structure, and the dentary is developed into a large, hook-shaped bone. This reflects the feeding strategy of *R. sarba*, which efficiently crushes hard benthic prey. Furthermore, the complex pectoral girdle and flexible caudal skeleton suggest precise swimming and posture control ability in coastal reef environments. This research clearly describes the morphological and anatomical features of *R. sarba*, providing essential foundational information for species identification, comparative anatomy, and phylogenetic studies of the Sparidae family.

Keywords : *Rhabdosargus sarba*, Sparidae, Morphology, Osteology

서론

어류의 형태학적 연구는 종 동정과 계통분류, 그리고 생태적 적응을 해석하는 데 필수적인 기초 연구 분야이다(Thacker and Near, 2025; Wang *et al.*, 2025). 외부 형태와 내부 골격 구조는 어류의 분류학적 위치를 결정하는 핵심 형질일 뿐만 아니라, 기능적 특성과 환경 적응을 이해하는 데 중요한 정보를 제공한다(Gosline, 1971; Rosen, 1973). 경골어류의 골격계는 두개골, 척추골, 지느러미 담기골 등으로 구성되어 있으며, 이러한 골격 요소들은 계통분류학적 연구와 기능형태학적 분석에서 널리 활용되어 왔다(Gregory, 1933; Patterson, 1977).

도미과(Sparidae) 어류는 전 세계적으로 약 37속 148종이 보고되어 있다(Santini *et al.*, 2014; Nelson *et al.*, 2016). 이들은 주로 온대 및 아열대 해역의 연안과 대륙붕에 분포하며, 저서성 무척추동물을 주로 섭식하는 육식성 어류이다(Carpenter and Allen, 1989). 도미과 어류는 강력한 악골 구조와 발달된 저작

능력을 지니고 있어 패류 및 갑각류와 같이 단단한 외골격을 가진 먹이를 효과적으로 처리할 수 있다(Harmelin-Vivien and Bouchon, 1976; Sala and Ballesteros, 1997).

청돔(*Rhabdosargus sarba*)은 양쥐돔목(Acanthuriformes), 도미과, 청돔속(*Rhabdosargus*)에 속하며, 서태평양과 인도양의 온대 및 아열대 해역에 널리 분포하는 연안성 도미과 어류이다(Randall, 1995; Iwatsuki *et al.*, 2010; Kang *et al.*, 2025). 우리나라에서는 주로 남해와 제주도 연안에서 출현하며, 최대 전장은 약 40 cm에 이르는 중형 어류이다(Kim *et al.*, 2005). 청돔이 속한 청돔속(*Rhabdosargus*)은 전 세계적으로 6종이 보고되어 있으며, 외부 형태형질과 계수형질에서 높은 유사성을 보여 종 수준에서의 동정이 어려운 분류군으로 알려져 있다(Carpenter and Allen, 1989; Garratt, 1993). 분자생물학적 연구를 통해 청돔속 어류의 계통관계가 일부 규명되었으나(Orrell and Carpenter, 2004; Santini *et al.*, 2014), 형태학적 특징에 기반한 분류학적 연구는 여전히 미흡한 실정이다.

지금까지 도미과 어류의 형태학적 연구는 주로 외부 형태 형질과 계수형질에 초점을 맞추어 수행되어 왔으며(Akazaki, 1962; Johnson, 1980), 내부 골격 구조에 대한 상세한 연구는 상대적으로 부족하다. 특히 청돔의 경우 두개골, 척추골, 지느러미 담기골을 포함한 내부 골격계 전반에 대한 종합적인 기재는 매우 제한적이다. 골격 형태는 계통분류학적 위치뿐만 아니라 섭식 생태와 유영 능력과도 밀접한 관련이 있으므로(Lauder, 2000; Wainwright and Bellwood, 2002; Westneat, 2004), 청돔의 내부 골격 구조를 상세히 분석하는 것은 필수적이다.

본 연구는 청돔의 외부 형태형질과 내부 골격 구조 정보를 제공하여, 종 동정과 비교해부학적 연구를 위한 기초 자료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

재료 및 방법

1. 실험어

본 연구를 위해 사용된 청돔 10개체는 2024년 9월에 전라남도 여수시 중앙선어시장에서 구매하였다.

2. 외부 형태형질 측정

1) 계수형질

표본의 계수형질은 등지느러미(dorsal fin, DF), 가슴지느러미(pectoral fin, PF), 뒷지느러미(anal fin, AF), 배지느러미(ventral fin, VF), 꼬리지느러미(caudal fin, CF)의 지느러미 조수를 계수하였으며, 측선 비늘 수(lateral line scales)를 계수하였다.

2) 계측형질

계측형질은 전장(total length, TL), 체장(standard length, SL), 체고(body depth, BD), 두장(head length, HL), 주둥이 길이(snout length, SNL), 눈지름(eye diameter, ED), 등지느러미 길이(dorsal fin length, DFL), 등지느러미 기점까지의 길이(length of origin of dorsal fin, LOD), 가슴지느러미 길이(pectoral fin length, PFL), 배지느러미 길이(ventral fin length, VFL), 뒷지느러미 길이(anal fin length, AFL), 꼬리지느러미 길이(caudal fin length, CFL), 꼬리자루 길이(caudal peduncle length, CPL), 꼬리자루 높이(caudal peduncle depth, CPD), 항문장(anus length, AL) 등 15개 부위를 버니어캘리퍼스(Vernier caliper, 1/20 mm)를 사용하여 0.01 mm 단위까지 측정하였다(Fig. 1).

측정된 계측형질은 전장에 대한 백분율로 환산하여 비교하였으며, 두장에 대한 눈지름과 주둥이 길이의 백분율도 산출하였다.

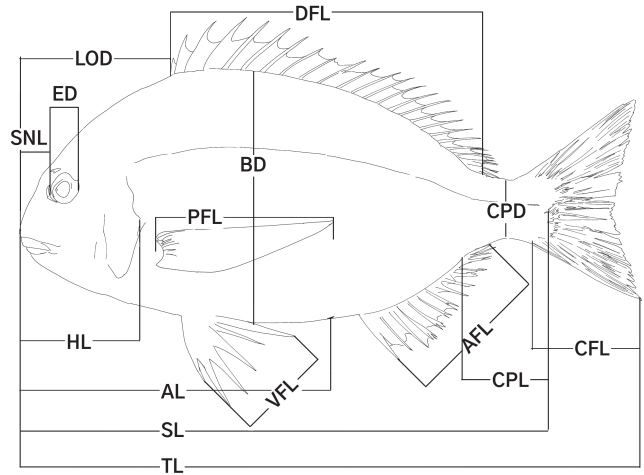


Fig. 1. Diagram showing the measurements of *Rhabdosargus sarba*. AFL: anal fin length; AL: anus length; BD: body depth; CFL: caudal fin length; CPD: caudal peduncle depth; CPL: caudal peduncle length; DFL: dorsal fin length; ED: eye diameter; HL: head length; LOD: length of origin of dorsal fin; PFL: pectoral fin length; SL: standard length; SNL: snout length; TL: total length; VFL: ventral fin length.

3. 내부 골격 관찰

청돔의 내부 골격을 관찰하기 위해 채집한 청돔 10개체를 약 15분간 끓는 물에 삶아 근육과 결합조직을 제거한 후 두개골(cranium), 안골(orbital bone), 악골(jaw bone), 현수골(suspensorium), 설궁부(hyoid arch), 견대부(shoulder girdle bone), 요대부(pelvic girdle), 척추골(vertebrae), 미골부(caudal skeleton) 순으로 분리하였다. 분리된 골격은 흐르는 물에 세척한 후 자연 건조시켰으며, 각 개체의 골격을 입체해부현미경(SMZ-U, Nikon, Japan)을 이용하여 관찰하고 스케치하였다. 골격의 명칭은 Kim (1989)을 따랐다.

결 과

1. 외부 형태형질

1) 체형과 체색

체형은 타원형으로 측편하여 머리 부분은 등근 경사를 이루고 두 눈 사이는 약간 융기되어 있었다. 꼬리는 오목형의 꼬리를 가지고 있으며, 양쪽 끝 가장자리는 어두웠다.

체색은 전반적으로 밝은 편이며 등 쪽에는 푸른 반점이 있고 측면에는 검은 줄이 형성되어 있었으며, 지느러미와 꼬리 색은 짙고 황색을 띠었다(Fig. 2).



Fig. 2. External view of *Rhabdosargus sarba*.

Table 1. Fin rays of the *Rhabdosargus sarba*

Species	Number of fin rays						Number of specimens
	Dorsal fin	Pectoral fin	Anal fin	Ventral fin	Caudal fin	Lateral line	
<i>R. sarba</i>	XI-14	14~15	III-11~12	I-5	19~21	55~63	10

2) 계수형질

계수형질을 측정한 결과, 청돔의 등지느러미는 수는 가시 11개, 줄기 14개였고, 가슴지느러미 수는 14~15개, 뒷지느러미 수 11~12개, 배지느러미 수는 가시 1개, 줄기 5개, 꼬리지느러미 수는 19~21개였으며, 청돔의 측선 비늘 수는 55~63개로 나타났다(Table 1).

3) 계측형질

전장에 대한 각 부위의 백분율(%)은 체장이 81.15~83.53(평균 82.64%), 체고 36.10~38.10(평균 37.26%), 항문장 46.33~49.51(평균 48.20%), 꼬리자루 길이 8.33~8.79(평균 8.51%), 꼬리지느러미 길이 20.17~21.28(평균 20.75%), 뒷지느러미 길이 17.46~18.37(평균 18.04%), 배지느러미 길이 17.12~17.81(평균 17.45%), 가슴지느러미 길이 27.71~29.72(평균 28.52%), 등지느러미 길이 44.41~46.28(평균 45.50%), 등지느러미 앞까지 길이 34.49~35.69(평균 35.18%), 꼬리자루 높이 8.33~8.791(평균 8.51%), 두장 20.8~21.91(평균 21.3%), 눈지름 6.25~6.68(평균 6.44%), 주둥이 길이 9.67~10.03(평균 9.84%)으로 측정되었으며, 두장에 대한 각 부위의 백분율(%)은 눈지름이 31.32~28.95(평균 30.27%), 주

둥이 길이가 47.50~44.56(평균 45.92%)으로 측정되었다(Table 2).

2. 내부골격

1) 두개골(cranium)

청돔의 두개골은 서골(vomer, V), 사골(ethmoid, E), 전액골(prefrontal, PRF), 액골(frontal, F), 부설골(parasphenoid, PS), 익설골(alisphenoid, ALS), 설이골(sphenotic, SPH), 익이골(pterotic, PTE), 상이골(epiotic, EPO), 전이골(protic, PRO), 후이골(opisthotic, OPI), 기저후두골(basioccipital, BO), 상후두골(supraoccipital, SO), 외후두골(exoccipital, EXO), 기저설골(basisphenoid, BA), 노정골(parietal, PAR), 비골(nasal, N)로 구성되어 있다.

서골(V)은 두개골의 가장 앞쪽에 위치하였고, 앞부분은 좁고 뒷부분으로 갈수록 넓어지는 삼각형 형태의 골편이며, 등 쪽에 사골이 접하고 뒤쪽에 부설골이 접해있었다. 사골(E)은 서골의 등 쪽과 액골 앞 배 쪽에 위치하는 마름모 형태의 단일 골편이었으며, 전액골(PRF)은 눈구멍의 앞 벽과 콧구멍 뒤쪽에 위치하고 있었다. 비골은 전액골의 앞쪽에 인접해 있었고, 액골(F)

은 두개골 등 쪽에 가장 큰 부분을 형성하는 골편으로, 액골 중앙부에는 사골이 위치하고 있었으며, 액골 뒤편으로 상후두골, 설이골, 익이골, 설악골, 노정골이 연결되어 있었다.

부설골(PS)은 두개골의 기저면의 큰 부분을 차지하는 날카로운 칼날 형태로, 서골과 전액골이 앞쪽에 연결되어 있으며, 뒤쪽은 전이골과 기저후두골이 연결되어 있었다. 익설골(ALS)은 기저설골의 등 쪽에 위치하여 전이골의 안쪽에 위치하고 있

었다. 설이골(SPH)은 경사진 채 익이골과 인접해 있었고, 익이골(PTE)은 두개골 뒤쪽 각을 형성하는 한 쌍의 골편으로, 설이골과 외후두골에 연결되어 있었다. 상이골(EPO)은 익이골과 상후두골로 연결되어 있었고, 전이골(PRO)은 두개골 배 쪽에 위치하여 한 쌍의 불규칙한 골편이었으며, 후이골(OPI)은 익이골의 배쪽과 전이골의 가장자리에 연결되어 있는 한 쌍의 작은 골편으로 외후두골과 연결되어 구성되어 있었다.

기저후두골(BO)은 가장 뒤쪽 하단에 위치한 골편으로, 부설골과 연결되어 있었고, 상후두골(SO)은 두개골 뒤쪽 상단의 중앙부를 형성하고 있었으며, 외후두골(exoccipital, EXO)은 구멍이 난 큰 골편으로, 기저후두골에 연결되어 있었다. 또한 익이골, 후이골과 상이골에 연결되어 있었고, 뒤편으로는 상후두골에 접해있었다. 기저설골(BA)은 부설골의 익상부와 융합되어 안부 뒤쪽에 위치하고 있었고, 노정골(PAR)은 상이골과 접해있는 한 쌍의 불규칙한 골편이었으며, 비골(N)은 주걱 형태로 위에서 아래로 내려갈수록 좁아지는 형태를 나타내었다 (Fig. 3).

2) 안골(orbital bone)

안골은 안전골(preorbital, PO)과 안하골(infraorbital, IO) 3개 골편으로 구성되어 있었다. 안전골(PO)은 안골 중 가장 넓으며 앞쪽은 뾰족하게 돌출되어 있었으며, 뒤쪽으로는 골편이 날카롭게 갈라져 있었다. 위쪽으로 제1 안하골(IO1)은 직사각형 형태로 안전골과 접해 있었으며, 제2 안하골(IO2)은 제1 안하골보다 얇고 긴 직사각형 형태를 나타내고 있었다. 마지막으로 제3 안하골(IO3)은 삼각형 형태로 구성되어 있었다 (Fig. 4).

3) 악골(jaw bone)

악골은 전상악골(premaxillary, PM), 주상악골(maxillary,

Table 2. Proportional measurement of the *Rhabdosargus sarba*

Characters	Species	<i>R. sarba</i>
Total length (mm)		246.75~277.37 (260.42)
In hundredths of total length (%)		
Standard length (mm)		81.15~83.53 (82.64)
Body depth (mm)		36.10~38.10 (37.26)
Anus length (mm)		46.33~49.51 (48.20)
Caudal peduncle length (mm)		16.79~17.46 (17.06)
Caudal fin length (mm)		20.17~21.28 (20.75)
Anal fin length (mm)		17.46~18.37 (18.04)
Ventral fin length (mm)		17.12~17.81 (17.45)
Pectoral fin length (mm)		27.71~29.72 (28.52)
Dorsal fin length (mm)		44.41~46.28 (45.50)
Length of origin of dorsal fin (mm)		34.49~35.69 (35.18)
Caudal peduncle depth (mm)		8.33~8.79 (8.51)
Head length (mm)		20.8~21.91 (21.3)
Eye diameter (mm)		6.25~6.68 (6.44)
Snout length (mm)		9.67~10.03 (9.84)
In hundredths of head length (%)		
Eye diameter (mm)		31.32~28.95 (30.27)
Snout length (mm)		47.50~44.56 (45.92)

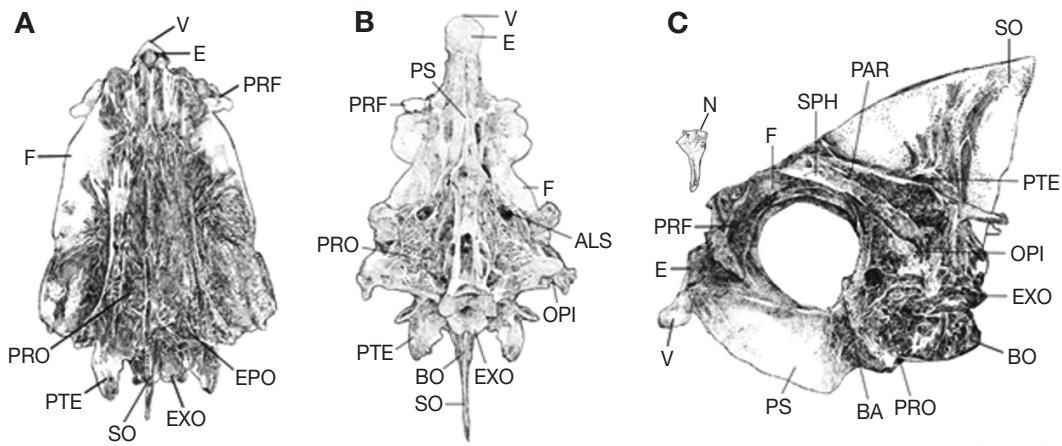


Fig. 3. Cranium of *Rhabdosargus sarba*. A: dorsal view; B: ventral view; C: lateral view. ALS: alisphenoid; BA: basisphenoid; BO: basioccipital; E: ethmoid; EPO: epiotic; EXO: exoccipital; F: frontal; N: nasal; OPI: opisthotic; PAR: parietal; PRF: prefrontal; PRO: prootic; PS: parasphenoid; PTE: pterotic; SO: supraoccipital; SPH: sphenotic; V: vomer. Scale bar = 10.0 mm.

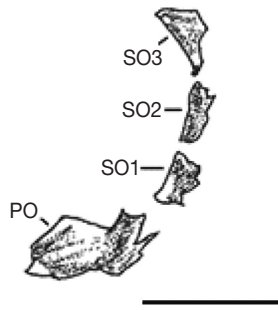


Fig. 4. Orbital bone of *Rhabdosargus sarba*. PO: preorbital; SO1~SO3: suborbital. Scale bar = 10.0 mm.

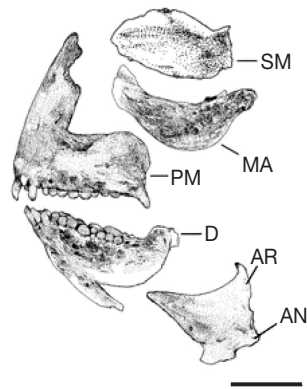


Fig. 5. Cranium of *Rhabdosargus sarba*. AN: angular; AR: articular; D: dentary; MA: maxillary; PM: premaxillary; SM: supramaxillary. Scale bar = 10.0 mm.

MA), 치골(dentary, D), 관절골(articular, AR), 각골(angular, AN)로 구성되어 있었다. 전상악골(PM)은 주상악골과 접해 있는 좌우 한 쌍의 골편으로, ‘L’자 형태를 띠고 전방을 향해 둥글게 굽어진 형태였다. 주상악골(M)은 전상악골과 접하고 치골의 끝과 연결되어 있는 좌우 한 쌍의 골편으로 아치형에 가까운 모양이었으며, 앞으로 갈수록 두껍고 둥근 형태를 띠고 끝은 날카로운 가시 형태를 띠고 있었다. 치골(D)은 위쪽에 전상악골과 주상악골의 끝부분과 연결되어 아래턱에 위치하여 갈고리 모양을 띠는 큰 골격으로 가운데가 약간 오목한 형태를 보이고 있으며, 배면에서 관찰했을 때는 안쪽으로 융기되는 형태를 띠었다. 관절골(AR)은 치골 뒤쪽에 인접하고 좌우 두 쌍인 얇은 막의 삼축형 골편으로, 일축의 끝이 뾰족하고 나머지 이축의 끝은 약간 둥근 형태를 하고 있었으며, 각골(AN)은 관절골과 단단하게 접해있는 부분으로 관절골 끝에 위치하고 있었다(Fig. 5).

4) 현수골(suspensorium)

현수골은 구개익상부(palato-pterygoid region)와 새개부(pperculum region)로 구성되어 있었다. 구개익상부는 구개골

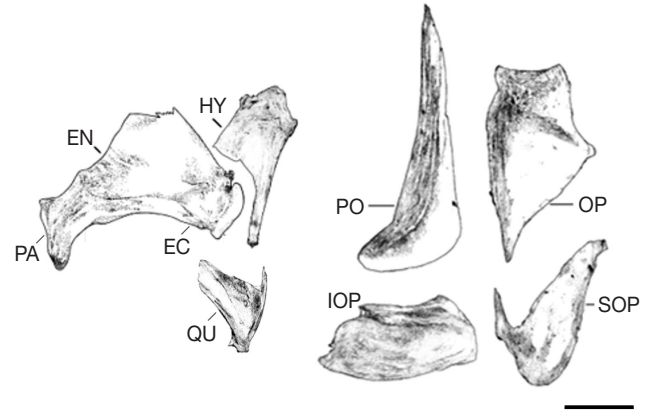


Fig. 6. Suspensorium of *Rhabdosargus sarba*. EC: ectopterygoid; EN: endopterygoid; HY: hyomandibular; IOP: interopercle; OP: opercle; PA: palatine; PO: preopercle; QU: quadrate; SOP: subopercle. Scale bar = 10.0 mm.

(palatine, PAL), 설악골(hyomandibular, HY), 외익상골(ectopterygoid, EC), 내익상골(endopterygoid, EN), 방골(quadrate, QU), 새개부는 주새개골(opercle, OP), 전새개골(preopercle, POP), 하새개골(subopercle, SOP), 간새개골(interopercle, IOP)로 구성되어 있었다.

구개골(PA)은 현수골의 가장 앞쪽에 위치하고 있었고, 위로는 내익상골(EN)과 아래로는 외익상골(EC)과 맞닿아 있었다. 내익상골은 외익상골 위에 위치하고 있었고, 넓고 평평한 형태로 얇은 골편으로 구성되어 있었으며, 외익상골은 방골(QU)과 인접하여 위치하고 있었다. 설악골(HY)의 형태는 주걱 모양으로 전체적으로 각진 형태로 아래로 내려갈수록 좁아지는 형태를 나타내었다. 방골은 부채 모양으로 아래의 골편은 단단한 돌기로 되어 있었으며 왼쪽에 비해 오른쪽 골편이 날카롭고 뾰족한 형태를 보였다.

전새개골(PO)은 가장 앞쪽에 위치하여 앞부분은 단단하고 뒤쪽으로 갈수록 얇은 판막 형태를 띠고 있다. 모양은 초승달 형태로 휘어져 있고 좌우 한 쌍의 골편으로 이루어져 있다. 주새개골(OP)은 전새개골 뒤편에 위치하여, 얇고 납작한 삼각형 모양 두 개가 두꺼운 관절을 통해서 붙여진 형태를 띠고 있었다. 하새개골(SOP)은 앞쪽은 짧고 날카로우며 뒤쪽은 얇고 넓은 판막이 있는 ‘V’자형 골편으로, 주새개골 아래에 위치해 있었다. 간새개골(IOP)은 전체적으로 둥근 형태로 중앙부는 바깥쪽으로 볼록하게 튀어나온 골편이다. 위쪽 가장자리로 갈수록 두껍고, 아래쪽 가장자리로 갈수록 얇고 방사상으로 펼쳐진 판막 형태를 띠고 있었다(Fig. 6).

5) 설궁부(hyoid arch)

설궁부는 인설골(glosshyal, GH), 하설골(hypohyal, HH), 각설골(ceratohyal, CH), 상설골(epihyal, EH), 간설골(interhyal,

IH), 새조골(branchiostegal ray, BR)로 구성되어 있었다.

인설골(GH)과 하설골(HH)은 서로 유사한 형태를 나타내고 있었으며, 불규칙한 타원형으로 구성되어 있었다. 각설골(CH)은 상설골(EH)과 강하게 접해있는 골편으로 하설골과 상설골 사이에 위치하고 있었으며, 골질은 단단하고 두꺼웠다. 상설골의 형태는 삼각형에 가까웠으며 각설골과 강하게 접해있는 단단한 골편이었다. 간설골(IH)은 상설골 끝부분에 연골로 접해있는 작은 모양의 골편으로 상설골 끝 상단부분에 위치하고 있었으며, 새조골(BR)은 총 6개로 나타났다(Fig. 7).

6) 견대부(shoulder girdle bone) 및 요대부(pelvic girdle)

견대부는 상측두골(supratemporal, SP), 후측두골(post-temporal, PT), 상쇄골(supraclavicle, SCL), 쇄골(clavicle, CL), 후쇄골(postclavicle PC), 견갑골(Scapular, SC), 사출골(actinost, AC), 오혜골(coracoid, CO)로 구성되어 있었다.

상측두골(SP)은 안하골 뒤편, 후측두골 앞쪽에 위치하고 있었고, 앞쪽은 얇고 뒤로 갈수록 넓어지는 형태였다. 후측두골(PT)은 견대의 주된 관절로, 상측두골 배쪽에 위치한 좌우 한 쌍의 골편이며, 뾰족한 두 개의 돌기가 돌출되어 있는 형태이다. 상쇄골(SCL)은 후측두골에 배쪽에 고정된 채 연결되어 있는 골편으로, 쇄골과 겹쳐진 형태이다. 상쇄골 위쪽으로는 작고 뾰족한 돌기가, 아래쪽으로 향할수록 날카로운 형태를 띠고 있었다. 쇄골(CL)은 견대부 골격 중에서 가장 크고, 견갑골과 오혜골이 접해져 있으며 'T'자 형태를 띠고 있는 좌우 한 쌍의 골편이다. 후쇄골(PC)은 오혜골과 견갑골 근처에 위치한 좌우 한 쌍의 골편이며, 상하로 골편이 나뉘어져 있는 형태이다. 후쇄골 상편은 후쇄골 하편에 비해 넓었으며, 후쇄골 하편은 좁은 형태로 뾰족한 형태로 나타났다. 오혜골(CO)은 견갑골 아래에 맞닿아 있었고, 가장 아래 골편이 쇄골과 맞닿아 있는 좌우 한 쌍의 골편이었다. 견갑골(SC)은 오혜골과 맞닿은 좌우 한 쌍의 골편

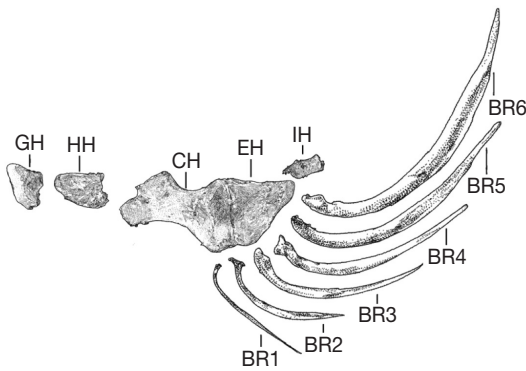


Fig. 7. Hyoid arch of *Rhabdosargus sarba*. BR: branchiostegal ray; CH: ceratohyal; EH: epihyal; GH: glosshyal; HH: hypohyal; IH: interhyal. Scale bar = 10.0 mm.

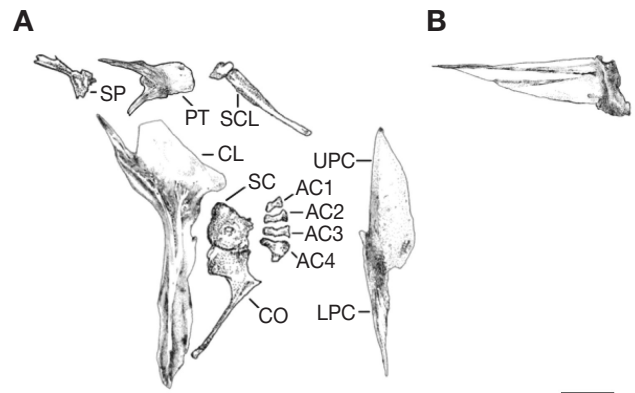


Fig. 8. Shoulder girdle bone and Pelvic of *Rhabdosargus sarba*. A: shoulder girdle; B: pelvic girdle. AC: actinost; CL: clavicle; CO: coracoid; LPC: lower postclavicle; PT: post-temporal; SC: scapular; SCL: supraclavicle; SP: supratemporal. Scale bar = 10.0 mm.

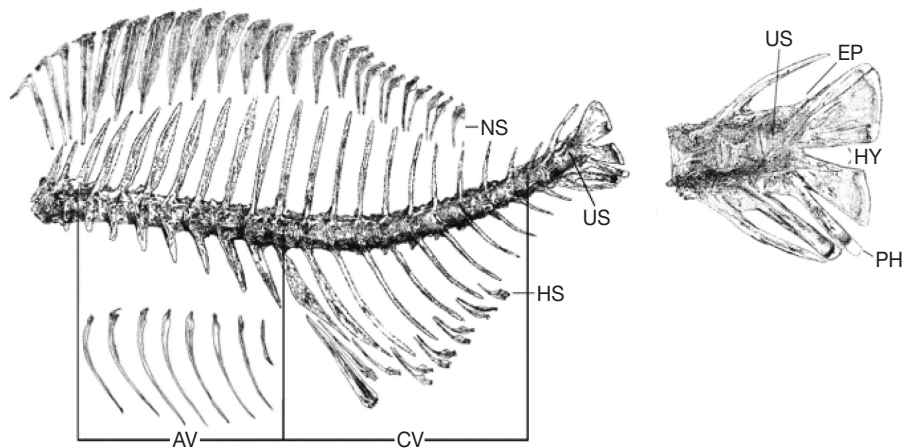


Fig. 9. Vertebrae and caudal skeleton of *Rhabdosargus sarba*. AV: abdominal vertebrae; CV: caudal skeleton; EP: epural; HS: interhaemal spine; HY: hypural; NS: interneural spine; PH: parhypural; US: urostyle bone. Scale bar = 10.0 mm.

으로 중앙부에 구멍이 있었으며, 4개의 사출골(AC)과 연골로 연결된 형태를 나타내고 있었다.

요대부인 요대골(pelvic girdle)은 한 쌍으로 구성되어 있었으며, 앞쪽이 날카롭게 돌출된 형태로 배지느러미를 지지하고 있었다(Fig. 8).

7) 척추골(vertebrae) 및 미골부(caudal skeleton)

청돔의 복추골(abdominal vertebrae, AV)과 미추골(caudal vertebrae, CV)의 계수 측정 결과는 복추골 10개, 미추골 12개로 척추골 수는 22개였고, 신경간극은 25개, 혈관간극은 12개로 나타났다. 내장을 보호하는 늑골(rib)은 8개였고, 미골부는 미부봉상골(urostyle bone, US), 하미추골(hypural, HY), 상미추골(epural, EP), 준하미추골(parhypural, PH)로 이루어져 있었다(Fig. 9).

고 찰

본 연구는 도미과 어류인 청돔의 외부 형태형질 및 내부 골격 구조를 상세히 관찰하고 제공함으로써, 이 종의 분류학적 동정 및 생태학적 특성 이해를 위한 중요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

청돔의 외부 형태는 측면된 타원형 체형과 오목한 꼬리지느러미를 특징으로 나타나고, 이는 도미과 어류의 전형적인 모습이다(Antonucci *et al.*, 2009). 이러한 체형은 연안 및 암초 지대와 같은 복잡한 환경에서 신속한 방향 전환과 가속을 가능하게 하여 효율적인 유영 능력을 돕는다(Bandyopadhyay *et al.*, 1997; Gerstner, 1999; Howe *et al.*, 2021). 특히 등 쪽의 푸른 반점과 측면의 검은 세로줄은 청돔을 동속의 다른 종과 구별하는 중요한 종 동정 형질로 작용한다. 계수형질 분석 결과인 등지느러미 수(XI-14), 뒷지느러미 수(III-11~12), 측선 비늘 수(55~63개)는 기존에 보고된 청돔의 형질 범위와 일치하였다(Hamwi and Ali-Basha, 2021). 계측형질 중 전장에 대한 체고 비율(평균 37.2%)은 유영성 어류로서의 안정적인 추진력을 반영하며, 두장에 대한 눈지름 비율(30.2%)과 주둥이 길이 비율(45.9%)은 청돔의 섭식 생태와 밀접하게 관련이 있다. 비교적 큰 눈은 시각을 이용한 먹이 탐색에 유리하고(Guzzo *et al.*, 2024; Poon *et al.*, 2025), 길게 발달된 주둥이는 저서성 무척추동물을 효과적으로 포식하기 위한 구조적 적응으로 해석할 수 있다(Perevolotsky *et al.*, 2025).

청돔의 내부 골격 구조는 두개골, 악골, 현수골, 설궁부, 견대부, 요대부, 척추골 및 미골부로 구성되어 있으며, 경골어류의 복잡하고 정교한 골격계를 나타낸다(Rojo, 1991). 두개골은 총 17종의 골편으로 이루어져 뇌와 감각기관을 보호하며, 특히 두개골 기저면에 날카로운 칼날 형태로 크게 발달한 부설골은 강력한 저작 근육의 부착면을 제공하여 섭식 시 발생하는 힘을

효과적으로 분산시키는 기능을 한다. 악골 구조는 청돔의 섭식 전략을 이해하는 데 핵심적인데, 전상악골이 ‘L’자 형태로 굽어져 입의 돌출(protrusion)을 가능하게 하여 암반 틈의 먹이를 포획하기 용이하다(Motta, 1984). 또한 치골이 갈고리 모양의 큰 골격으로 발달하고 중앙부가 오목한 형태를 보이는 것은 강력한 부착면을 제공하여 패류나 갑각류 등 단단한 먹이를 분쇄하는 데 필요한 강한 악력을 발생시킬 수 있음을 의미한다. 관절골과 각골의 견고한 연결은 하악의 안정적인 관절 운동을 통해 효율적인 개폐구 및 저작 운동을 수행하게 한다.

현수골은 두개골과 악골을 연결하며 섭식 및 호흡 기능에 중요하고, 구개익상부와 새개부로 나뉜다(Dutta, 1975). 설악골은 아가미뚜껑 운동을 지지하여 호흡 시 수류의 흐름을 조절하며, 부채꼴 형태의 방골은 하악골과의 관절을 형성하여 저작 운동 시의 큰 힘을 견딜 수 있는 구조적 강도를 제공한다. 새개부를 구성하는 골편들은 아가미를 보호하고 호흡 시 수류의 방향 흐름을 유지하는 효율적인 개폐 운동을 가능하게 하며, 설궁부는 6개의 골편과 6개의 새조골로 구성되어 구강 지지, 혀의 운동, 아가미 운동에 관여한다(Michel *et al.*, 2015). 각설골과 상설골의 단단한 골질은 섭식 및 호흡 시 기계적 스트레스를 효과적으로 견딜 수 있음을 보여준다.

견대부는 8개의 복잡한 골편으로 구성되어 가슴지느러미 운동을 지지하고 추진력을 발생시키는 핵심 역할을 한다(Gosline, 1977; Thorsen and Westneat, 2005; Camp *et al.*, 2017). 쇄골은 견대의 구조적 중심축으로 힘을 분산시키며, 견갑골과 4개의 사출골은 가슴지느러미 기조의 정교한 운동을 지원한다. 이러한 구조는 청돔이 연안 암초 지대에서 정밀한 방향 전환과 자세 유지를 효율적으로 수행할 수 있는 기반이 되며, 요대골은 배지느러미를 지지하여 유영 시 안정성을 제공하고 균형 유지에 중요한 역할을 한다(Harris, 1938; Standen, 2008, 2010).

척추골은 복추골 10개와 미추골 12개로 총 22개가 관찰되었으며, 복추골보다 미추골이 많은 비율은 꼬리 부분의 유연성을 증대시켜 꼬리지느러미를 이용한 추진력 발생에 유리한 구조임을 시사한다. 미골부는 꼬리지느러미 기조를 지지하고 유영 시 추진력을 효과적으로 전달하며, 하미추골이 여러 골편으로 구성되어 꼬리지느러미의 운동 범위를 넓혀 다양한 유영 패턴을 가능하게 하는 구조적 기반을 제공한다.

결론적으로 청돔의 발달된 악골 구조, 복잡하고 유연한 견대부 및 미골부 구조는 이 종이 연안 암초 지대에서 저서성 무척추동물을 효과적으로 포식하고 복잡한 서식환경을 효율적으로 이동할 수 있는 형태적 기반을 명확히 보여준다. 본 연구 결과는 청돔의 분류학적 동정, 근연종과의 비교해부학적 연구, 그리고 골격 구조와 기능 간의 상관관계를 규명하는 생체역학적 분석에 귀중한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다. 향후 지리적 개체군 간 형태적 변이, 발생학적 연구, 서식환경 변화에 따른 형태적 가소성 연구, 그리고 분자생물학적 방법을 결합한 통합

분류학적 접근이 이루어진다면, 청돔의 생물학적 특성과 보전 전략 수립에 관한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

결 론

본 연구는 청돔(*Rhabdosargus sarba*)의 외부 형태 및 내부 골격 구조를 기재하고 기능적 의미를 해석하였다. 청돔의 계수 형질은 도미과의 전형적인 특징을 보였으며, 강력한 악골 구조와 돌출 가능한 전상악골은 패류 등 단단한 저서성 먹이 섭식에 특화된 형태적 적응을 나타냈다. 또한, 유연한 척추골과 복잡한 견대부는 암초 지대에서의 정밀한 유영 능력을 시사했다. 결론적으로, 본 연구는 청돔의 분류학적 동정 및 형태와 기능의 상관관계를 규명하는 데 필수적인 해부학적 기초 자료를 제공하였다.

요 약

본 연구는 도미과 어류인 청돔(*R. sarba*)의 외부 형태형질 및 내부 골격 구조를 관찰하고 제공하여 기본적인 분류학적 자료를 제공하고, 이들의 기능적 의미를 해석하기 위해 수행되었다. 10개체를 분석한 결과, 등지느러미 XI-14, 뒷지느러미 III-11~12, 그리고 척추골 22개와 같은 전형적인 도미과 특징이 확인되었다. 두개골, 악골, 현수골, 척추골, 미골로 구성된 내부 골격은 강력한 저작 작용에 특화된 악골 구조를 보여주었다. 전상악골은 “L”자 형태를 띠며 돌출될 수 있는 구조를 가지며, 치골은 크고 갈고리 모양의 뼈로 발달했다. 이는 단단한 저서성 먹이를 효율적으로 부수는 청돔의 섭식 전략을 반영한다.

또한, 복잡한 견대부와 유연한 미골은 연안 암초 환경에서 정밀한 유영 및 자세 제어 능력을 시사한다. 본 연구는 청돔의 형태학적 및 해부학적 특징을 명확히 제공하여, 도미과 어류의 종 동정, 비교해부학, 그리고 계통 발생학 연구를 위한 필수적인 기초 정보를 제공할 것이다.

참고 문헌

- Akazaki, M., 1962. Studies on the spariform fishes. Anatomy, phylogeny, ecology and taxonomy. *Misaki Mar. Biol. Inst.*, Kyoto Univ., Japan, 368pp.
- Antonucci, F., C. Costa, J. Aguzzi and S. Cataudella, 2009. Ecomorphology of morpho-functional relationships in the family of sparidae: A quantitative statistic approach. *J. Morphol.*, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jmor.10725>
- Bandyopadhyay, P., J. Castano, J. Rice, R. Philips, W. Nedderman and

- W.K. Macy, 1997. Low-speed maneuvering hydrodynamics of fish and small underwater vehicles. *J. Fluids Eng.-Trans. ASME*, 119(1), 136-145. <https://asmedigitalcollection.asme.org/fluid-sengineering/article/119/1/136/411811/LowSpeed-Maneuvering-Hydrodynamics-of-Fish-and>
- Camp, A.L., B. Scott, E. Brainerd and C. Wilga, 2017. Dual function of the pectoral girdle for feeding and locomotion in white-spotted bamboo sharks. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2017.0847>
- Carpenter, K.E. and G.R. Allen, 1989. FAO species catalogue. Vol. 9. Emperor fishes and large-eye breams of the world (family Leithrinidae). *FAO Fish. Synop.*, 125(9), 1-118.
- Dutta, H., 1975. The suspensorium of *Ctenopoma acutirostre*: A comparative functional analysis with *Anabas testudineus*. *J. Morphol.*, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jmor.1051460404>
- Garratt, P.A., 1993. The status and identification of *Rhabdosargus* species in South Africa. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 13(1), 283-292.
- Gerstner, C., 1999. Maneuverability of four species of coral-reef fish that differ in body and pectoral-fin morphology. *Can. J. Zool.*, <https://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/z99-086>
- Gosline, W.A., 1971. Functional morphology and classification of teleostean fishes. Univ. Press Hawaii, Honolulu, 208pp.
- Gosline, W.A., 1977. The structure and function of the dermal pectoral girdle in bony fishes with particular reference to ostariophysines. *J. Zool.*, <https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7998.1977.tb04191.x>
- Gregory, W.K., 1933. Fish skulls: A study of the evolution of natural mechanisms. *Trans. Am. Philos. Soc.*, 23(2), 75-481.
- Guzzo, M., R. O'Connor, L. Novella-Talusan, B. Graham, E. Versteeg, B. McMeans, M.S. Ridgway, K.S. McCann and F. Laberge, 2024. The influence of food web structure and foraging behaviour on visual system traits in a predatory freshwater fish. *Can. J. Zool.*, <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/cjz-2024-0038>
- Hamwi, N. and N. Ali-Basha, 2021. First record of Goldlined seabream *Rhabdosargus sarba* (Forsskal 1775), Sparidae, in the Mediterranean Sea (Syrian waters). *Mar. Biodivers. Rec.*, 14(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s41200-021-00207-7>
- Harmelin-Vivien, M.L. and C. Bouchon, 1976. Feeding behavior of some carnivorous fishes (Serranidae and Scorpaenidae) from Tulear (Madagascar). *Mar. Biol.*, 37(4), 329-340.
- Harris, J., 1938. The role of the fins in the equilibrium of the swimming fish: II. The role of the pelvic fins. *J. Exp. Biol.*, <https://www.semanticscholar.org/paper/8be9471ec5b36520a9bf7875592746d-5b20a2dff>
- Howe, S., K. Bryant, A.R. Duff and H. Astley, 2021. Testing the effects of body depth on fish maneuverability via robophysical models. *Bioinspir. Biomim.*, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-3190/ac33c1>
- Iwatsuki, Y., T. Akazaki and N. Taniguchi, 2010. Review of the genus *Rhabdosargus* (Sparidae) from Japanese waters, with redescription of the Indo-West Pacific species. *Ichthyol. Res.*, 57(1), 146-165.
- Johnson, G.D., 1980. The limits and relationships of the Lutjanidae and

- associated families. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.*, 24, 1-114.
- Kang, C.B., J.K. Kim, K.H. Han and J.G. Myoung, 2025. Revised Classification and Checklist of Korean Native Fishes. *Korean J. Ichthyol.*, 37(4), 398-460.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim, 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publ. Co., Seoul, 615 pp. [In Korean]
- Kim, Y.U., 1989. Introduction of ichthyology. Taehwa Publ. Co., Busan, Korea, 270pp.
- Lauder, G.V., 2000. Function of the caudal fin during locomotion in fishes: Kinematics, flow visualization, and evolutionary patterns. *Am. Zool.*, 40(1), 101-122.
- Michel, K.B., E. Heiss, P. Aerts and S. Van Wassenbergh, 2015. A fish that uses its hydrodynamic tongue to feed on land. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 282(1805), 20150057. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.0057>
- Motta, P., 1984. Mechanics and functions of jaw protrusion in teleost fishes: A review. *Copeia*. <https://www.jstor.org/stable/1445030>
- Nelson, J.S., T.C. Grande and M.V. Wilson, 2016. Fishes of the World. John Wiley & Sons.
- Orrell, T.M. and K.E. Carpenter, 2004. A phylogeny of the fish family Sparidae (porgies) inferred from mitochondrial sequence data. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 32(2), 425-434.
- Patterson, C., 1977. The contribution of paleontology to teleostean phylogeny. In: Hecht, M.K. *et al.* (eds.), Major patterns in vertebrate evolution, pp. 579-643. Plenum Press, New York.
- Perevolotsky, T., J.M. Brotman-Krass, Y. Ratner, Y. Avigad, A. Summers, C.M. Donatelli and R. Holzman, 2025. Twist and snout: Head and body morphologies determine feeding kinematics in substrate-biting fishes. *Integr. Organismal Biol.*, <https://www.biorxiv.org/lookup/doi/10.1101/2025.05.28.656629>
- Poon, L., M.A. Haag, J. Molina and W.G.R. Crampton, 2025. A sensory ecology of fear: Eye size predicts moonlight avoidance responses in Neotropical electric fishes. *Ecology*, <https://doi.org/10.1002/ecy.70133>
- Randall, J.E., 1995. Coastal fishes of Oman. Univ. Press Hawaii, Honolulu, 439pp.
- Rojo, A., 1991. Dictionary of evolutionary fish osteology. Taylor & Francis. <https://www.taylorfrancis.com/books/9781351366052>
- Rosen, D.E., 1973. Interrelationships of higher euteleostean fishes. In: Greenwood, P.H. *et al.* (eds.), Interrelationships of fishes, pp. 397-513. Academic Press, London.
- Sala, E. and E. Ballesteros, 1997. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 152, 273-283.
- Santini, F., G. Carnevale and L. Sorenson, 2014. First multi-locus time-tree of seabreams and porgies (Percomorpha: Sparidae). *Ital. J. Zool.*, 81(1), 55-71.
- Standen, E., 2008. Pelvic fin locomotor function in fishes: Three-dimensional kinematics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Exp. Biol.*, 211(18), 2931-2942. <https://journals.biologists.com/jeb/article/211/18/2931>
- Standen, E., 2010. Muscle activity and hydrodynamic function of pelvic fins in trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Exp. Biol.*, 213(5), 831-841. <https://journals.biologists.com/jeb/article/213/5/831>
- Thacker, C.E. and T.J. Near, 2025. Phylogeny, biology, and evolution of acanthopterygian fish clades. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 1-41.
- Thorsen, D. and M. Westneat, 2005. Diversity of pectoral fin structure and function in fishes with labriform propulsion. *J. Morphol.*, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jmor.10173>
- Wang, Y., Y. Xie, Y. Li, F. Peng, J. Li, W. Jiang, B. Xie, P. Fu and Z. Peng, 2025. Multivariate and geometric morphometrics reveal morphological variation among *Sinibotia* fish. *Biology*, 14(9), 1177.
- Wainwright, P.C. and D.R. Bellwood, 2002. Ecomorphology of feeding in coral reef fishes. In: Sale, P.F. (ed.), Coral reef fishes: Dynamics and diversity in a complex ecosystem, pp. 33-55. Academic Press, San Diego.
- Westneat, M.W., 2004. Evolution of levers and linkages in the feeding mechanisms of fishes. *Integr. Comp. Biol.*, 44(5), 378-389.

