

## 암수동체성 점박이송사리 *Rivulus ocellatus marmoratus* (진구아강 : 점박이송사리과)의 골격계

이승휘 · 박은호

한양대학교 자연과학대학 생물학과

실험실에서 사육한 암수동체성 점박이송사리 *Rivulus ocellatus marmoratus*의 모든 골격의 구조와 형태를 관찰, 기술하였다. 본 종의 골격계는 모두 68가지 430개 이상의 단위 골편으로 구성되어 있었으며, 그 구조와 형태는 Atherinomorpha에 속하는 물고기류의 경우와 근본적으로 유사하였다. 그러나 안와환부골, 외익상골, 제1늑골 및 근간골 등의 소골은 특기할 만하였다. 이상의 결과를 해부학적, 계통학적 측면에서 논하였다.

**KEY WORDS:** *Rivulus ocellatus marmoratus*, Skeletal system, Hermaphroditic fish

척추동물의 골격은 개체의 형태형성에 필요한 기본적인 구조이며 다양한 종류의 기관을 보호함으로써 개체의 생존은 물론 종의 진화에 필수 불가결한 구조적 요소 중의 하나이다. 따라서 골격계에 관한 연구는 종의 해부학적 이해에서 뿐만 아니라 그들의 계통 및 발생 연구에 매우 중요하다.

19세기 후반부터 본격적으로 시작된 물고기의 골격에 관한 연구는 포유동물의 연구를 통하여 얻은 기존의 해부학적 지식을 바탕으로 형태분석 위주에서(Shufeldt, 1889; Allis, 1897) 점차 다른 기관과의 관련을 중시한 기능적 구조의 분석으로 진전되었고(Allis, 1898), 나아가 개체 전체의 골격계분석(Gregory, 1933; Chapman, 1944; Dineen and Stokely, 1956; Blair and Brown, 1961; Yarberry, 1965; Mohsin, 1978a; 1978b)에 근거한 종간 비교를 통한 유연관계의 고찰(Hubbs, 1919; Ford, 1937; Chapman, 1942; Nelson, 1970; Potthoff *et al.*, 1986)로 발전하였다. 아울러 최근에는 효율적인 연구방법의 개발에 힘입어 개체 발생에 따른 골격계의 변화에 관한 연구도 이루어지고 있다(Weisel, 1967; Mook, 1977; Jollie, 1975; 1980;

Matarese and Marliave, 1982; Karrer, 1984; Langille and Hall, 1987; Matsuura and Yoneda, 1987).

국내에서의 물고기에 관한 연구는 1960년대 초부터 시작되어 1980년대초까지 주로 분류 및 연령산정 목적을 위하여 잉어과 물고기의 인두골(Yang, 1963; 1964), 가자미과 물고기의 미설골(Kim, 1972) 및 비늘(Chung, 1970; Yang, 1971; Kang, 1974)에 관한 연구가 이루어졌다. 그후 골격계의 발생학적 연구가 보다 조직적으로 잉어과(Cyprinidae) 물고기(Kim and Kang, 1986; Lee and Kim, 1987a; 1987b)와 일부 해산 물고기에서 이루어졌다(Myung and Kim, 1984; Yoo and Kim, 1985; Park and Kim, 1987a; 1987b). 아울러 최근에는 골격계의 일부 형질분석을 토대로 한 계통분류학적 연구(Kim *et al.*, 1985)도 보고되었다.

점박이송사리(*Rivulus ocellatus marmoratus* Poey, 1880; Fig. 1a)는 점박이송사리과(Aplocheilidae)(Nelson, 1984)의 기수성 소형 물고기로서 카리브해의 대안틸제도와 소안틸제도 및 멕시코만 연안에 분포한다(Poey, 1880; Rivas, 1945; Harrington and Rivas, 1958; Seegers,

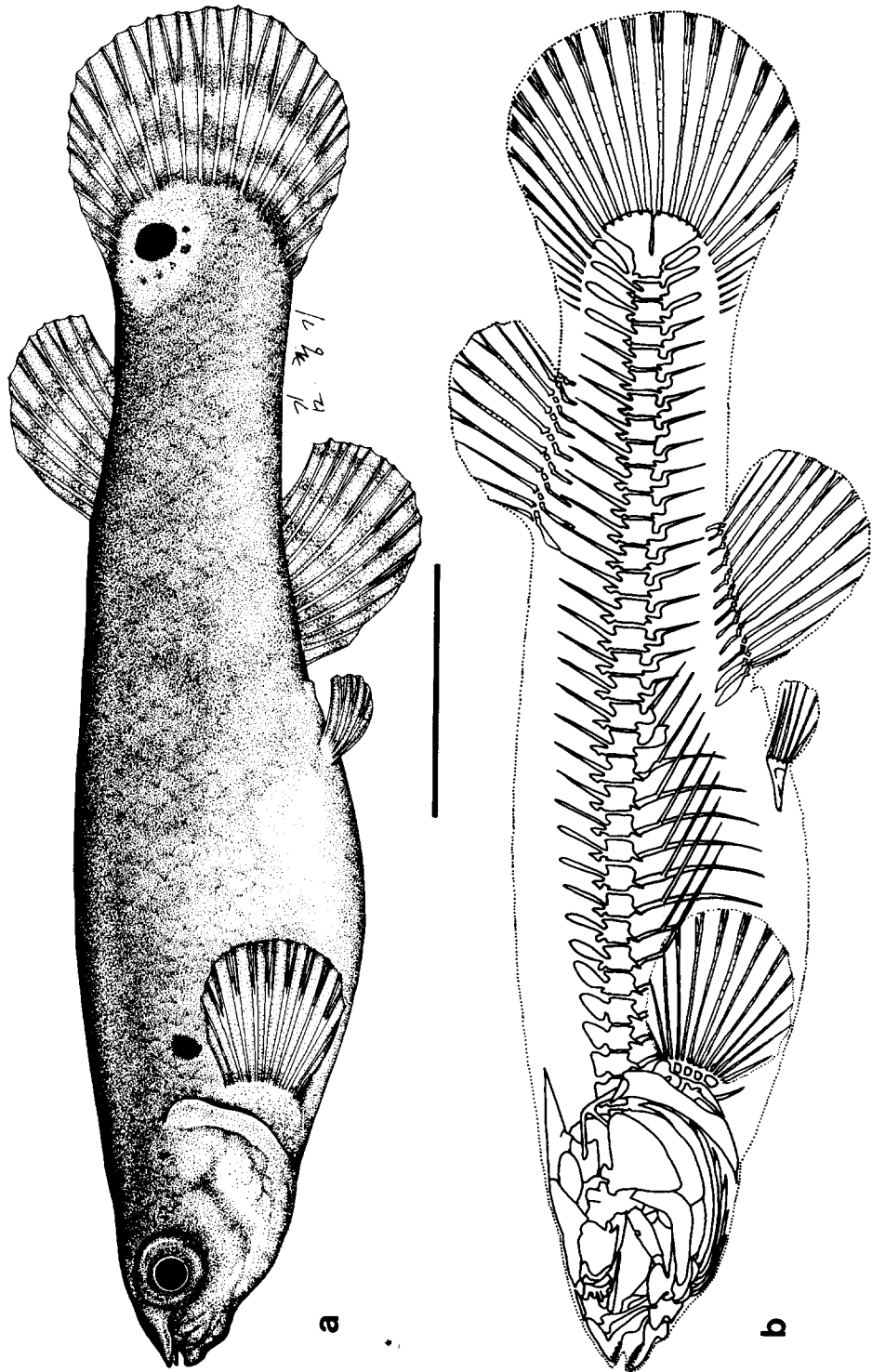


Fig. 1. Lateral view of external morphology(a) and skeletal system(b) of an adult *Rituilus ocellatus marmoratus*. Bar, 5 mm.

1984). 본 종은 Hensel(1868) 및 Poey(1880)에 의하여 각각 *R. ocellatus* 및 *R. marmoratus*로 명명되었으나 최근의 분류학적 연구(Seegers, 1984)에 의하여 *R. ocellatus marmoratus*로 정정되었다. 본 종을 포함한 *Rivulus*속 물고기에는 특징적인 꼬리반점(caudal ocellus)이 존재하기 때문에 이들이 속한 Aplocheilidae는 우리말로 점박이송사리과로, *R. ocellatus marmoratus*는 점박이송사리로 부른다.

점박이송사리는 척추동물에서는 유일하게 자연상태에서 자가수정하는, 기능적으로 완전한 암수동체성임이 밝혀진(Harrington, 1961) 이래 1970년대 중반까지 본 종에 대한 성결정 및 성분화에 관한 연구가 Harrington group에 의하여 주로 수행되었다(Harrington, 1963; 1967; 1968; 1971; 1975; Harrington and Crossman, 1976). 본 종은 1) 암수동체성이므로 유전적으로 완벽한 동질성이 유지되며(Kallman and Harrington, 1964; Harrington and Kallman, 1968; Massaro *et al.*, 1975), 2) 성숙기간이 4~6개월로서 비교적 짧고, 3) 성숙 후 특정한 산란기의 국한없이 1~2년 동안 연속적으로 산란하기 때문에 발생란의 획득이 시기적으로 제한을 받지 않으며, 4) 16~35°C까지의 넓은 온도범위에서 적응할 수 있고, 담수로부터 2.5%의 염수에서까지도 정상적으로 산란, 성장할 수 있다. 5) 아울러 난자이 거의 투명하여 초기발생과정의 관찰이 매우 용이하며, 6) 뿐만 아니라 개체의 크기가 작고(전장 3~5cm이하) 건강하여 좁은 공간에서도 대량 사육이 가능하다. 뿐만아니라 본 종은 특정한 발암원에 매우 민감하여 발암원검출 및 암연구용 실험동물로 가치가 있다(Park and Kim, 1984a; Thiyagarajah and Grizzle, 1986). 그러나 본 종을 mouse나 rat와 같이 실험동물로 정착시키기 위해서는 본 종에 대한 여러 측면에서의 보다 상세한 기초생물학적 연구가 필요하다.

본 종의 기초생물학적 연구로는 전술한 Harrington group의 발생생물학적 연구외에 본 연구실에서 수행한 발암물질에 대한 민감도조사(Park and Kim, 1984a; Park and Park, 1987), 망막 및 송과선의 미세구조 및 이의 분화(Ali *et al.* 1988a; 1988b; 1989), 발생란의 광재활성 및

암회복능력 존재여부(Park and Yi, 1989) 등과 미국의 일부 연구진에 의하여 수행된 피부호흡 가능성 분석(Grizzle and Thiyagarajah, 1987; Abel *et al.*, 1987) 등이며, 체계적인 해부학적 연구로는 본 연구실에서 수행한 비늘의 성장 및 발생양상(Park and Lee, 1988)과 자연발생적 좌우비대칭성에 관한 분석(Park *et al.*, 1987) 뿐이다. 이에 따라 본 연구는 점박이송사리의 1) 골격계의 전체적인 구성을 파악하고, 2) 그 단위골의 형태와 구조를 분석하며, 3) 아울러 부화 이후의 성장에 따른 일부 골격의 분화과정을 관찰하여 본 종의 기초해부학적 자료를 축적하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 물고기의 사육

분석에 사용된 모든 개체는 한양대학교 생물학과에서 사육된 것이며, 이들은 1981년 8월 독일연방공화국 함부르크대학 동물학 연구소에서 분양받은 4개체 중 생존한 1개체로부터 기원된 것이었다.

사육용 물은 통에 받아 놓은 후 24시간 이상 공기에 노출시켜 염소를 제거한 수도물로 평균 8주 간격으로 교체하였고, 염분농도는 천일염으로 약 1.0%로 유지시켰다. 광주기는 20W 형광등과 400W 수은등으로 1일 14시간씩 조명되도록 자동조절하였고, 이때 수조바닥의 조도는 70-120fc였다. 발생시 온도는 골격의 기형유발과 깊은 상관성이 있으므로(Lindsey and Harrington, 1972; Dentry and Lindsey, 1978; Fahy, 1978)  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 항온조절하였다. 부화 후 1개월까지의 유어에게는 사육실에서 부화시킨 brine shrimp(*Artemia salina*)의 유생(nauplii)을, 그리고 1개월 이상된 유어와 성어에게는 닭의 간, 지렁이, 초파리 혹은 새우 등을 사료로 사용하였다.

### 2. 개체의 선정 및 분석범위

#### 1) 성체의 골격계

성체의 골격계는 1986년 1월 20일 현재 사육

**Table 1.** Specimens used for the analysis of bone development

Age(days)	Total length (mm $\pm$ S.D.)	No. of specimens
0	5.9 $\pm$ 0.2	14
1	6.2 $\pm$ 0.3	11
2	6.7 $\pm$ 0.3	11
3	7.3 $\pm$ 0.4	15
7	7.9 $\pm$ 0.4	11
10	8.6 $\pm$ 0.4	10
14	9.3 $\pm$ 0.6	15
21	10.7 $\pm$ 0.3	13
28	11.4 $\pm$ 0.3	13
35	13.4 $\pm$ 0.7	14
42	14.6 $\pm$ 0.5	16
60	17.1 $\pm$ 1.0	16
90	20.3 $\pm$ 1.1	12
180	28.5 $\pm$ 2.7	14

중이던 12개월짜리 20개체를 선정하여 분석하였다. 이들의 골격계는 중축골격과 부속지골격으로 구분한 후 각 골격의 부위별 위치와 형태를 파악하고, 각 구성골의 구조 및 인접골과의 관계를 확인하여 세부적인 형태를 다른 물고기의 경우와 비교하였다.

## 2) 성장에 따른 골격분화

부속지골격의 골질별 단위구성골의 분화과정을 파악하기 위하여 Table 1과 같이 나이에 따라 14개 군을 선정하였으며, 각 군의 개체수는 10개체 이상으로 하였다. 연골성골과 진피성골로 구분된 각 단위구성골은 골화중심점 확인 및 골화시기 포착과 아울러 성체에서도 연골질 상태로 남아 있는 구성골의 종류 및 분포를 조사분석하였다.

## 3. 분석방법

필요한 개체를 저온충격으로 마취시킨 후 10% 중성 포르말린에 24시간 이상 고정하였다. 고정된 개체는 수세하여 5% KOH 용액에 약 1주일간 담가 근육을 연화시키고 각 구성골이 유리되지 않은 상태에서 0.05% alizarin red S 용액에 통째로(whole body) 24시간 이상 염색하여 글리세린으로 투명화시켰다. 염색된 개체는 해

부현미경으로 골격계 전체를 관찰한 후 부위별 구성골 파악을 위하여 외곽골부터 탈관절시키며 분석하였다. 분석된 개체의 골격은 100% 글리세린에 보관하였다.

골격분화과정 분석을 위해서는 Park과 Kim (1984b)의 방법에 따라 치어에서 멜라닌을 탈색한 후 통째로 연골과 경골을 alcian blue와 alizarin red S로 각각 대비염색하였다. 염색된 개체는 통째로 글리세린으로 투명화시켜 해부현미경으로 관찰하였으며, 필요한 경우 camera lucida를 이용하여 묘사하였고 분석이 끝난 개체는 역시 100% 글리세린에 담가 보관하였다.

## 4. 자료정리

성체의 골격계는 좌측면도, 배면도 및 복면도 등으로 표현하였다. 단위골은 연골(cartilage)과 연골성골(cartilaginous bone; 치환성골, replacement bone) 그리고 진피성골(dermal bone; 막성골, membrane bone)로 구분하였으며, 짝지은(paired)골과 짝짓지 않은(unpaired)골로도 구분하여 정리하였다. 일부 단위골의 형태적 특징은 그림으로 묘사하였으며 계수성 자료는 본문 내용 중에 기술하였다.

사용된 해부학 용어는 국문과 영문의 병기를 원칙으로 하였으나 적당한 국문표현이 없는 경우에 한하여 영문으로만 표현하였다. 국문표기는 어류학총론(김, 1978), 해부학용어(대한해부학회, 1978)와 의학용어집(대한의학협회, 1984) 및 영한의학사전(이 외, 1983)을 참고하였다. 영문표기시 두개골은 Harrington(1955), Yarberry (1965), Paxton(1972) 및 Harder(1975)에 따랐으며, 부속지골격은 Gosline (1961)과 Potthoff (1980)에 기준하였다. 골격의 발달과정 분석에는 Weisel(1967), Mook(1977), Collette와 Russo (1984) 및 Matsuura와 Yoneda(1987) 등에 의거하였다.

### Abbreviations Used in Figures

AAR	anguloarticular	AN	angular
ACR	accessory caudal ray	APP	ascending process of premaxilla

AR	articular	MX	maxilla
B	brain	N	nasal
BB	basibranchial	NC	neurocranium
BFR	bifurcated ray	NRP	neurapophyses
BH	basihyal	NS	neural spine
BOC	basioccipital		
BR	branchiostegal ray	OP	opercular
		OT	otolith
CB	ceratobranchial		
CCF	coraco-cleithral fenestra	PA	parietal
		PAL	palatine
CH	ceratohyal	PCL	postcleithrum
CL	cleithrum	PG	pterygoid
CO	coracoid	PH	pharyngeal
		PHB	pharyngobranchial
DC	distal cartilage	PHP	parhypural
DE	dentary	PHT	pharyngeal tooth
DR	dorsal rib	PMX	premaxilla
		PO	prootic
EB	epibranchial	POP	preopercular
EH	epihyal	PR	proximal radial
EO	epiotic	PS	parasphenoid
EOC	exoccipital	PT	posttemporal
EP	epural	PTG	pterygiophore
ET	ethmoid	PTR	pterotic
		QU	quadrate
FR	frontal		
FRA	anal fin ray	SCA	scapula
FRC	caudal fin ray	SCAF	scapular foramen
FRD	dorsal fin ray	SCL	supracleithrum
FRP	pectoral fin ray	SOC	supraoccipital
FRV	pelvic fin ray	SOCR	supraoccipital crest
GR	gill raker	SOP	subopercular
		SPH	sphenotic
HB	hypobranchial	SY	symplectic
HHD	dorsal hypohyal		
HHV	ventral hypohyal	UH	urohyal
HM	hyomandibular	UN	uroneural
HMP	hemapophyses	UV1	ultimate vertebra
HP	hypural	UV2	penultimate vertebra
HS	hemal spine	UU3	antipenultimate vertebra
IH	interhyal	V	vertebra
IOP	interopercular	VO	vomer
		VR	ventral rib
J	juxtapose		
		ZP	zygapophyses
LE	lateral ethmoid	ZPE	prezygapophyses
		ZPO	postzygapophyses
MPG	metapterygoid		
MR	median radial		

결과 및 논의

*R. ocellatus marmoratus*의 골격계(skeletal system) 전체 형태는 Fig. 1b와 같았다. 골격계는 중축골격(axial skeleton)과 부속지골격(appendicular skeleton)으로 구분하였고, 중축골격은 두골(skull, S)과 척추(vertebrae, V) 및 늑골(rib, R)로 구분하였다. 두골은 기능상 뇌두개(neurocranium, NC)와 내장두개(viscerocranium, VC; splanchnic cranium)로 구분하였다. 부속지골격에는 짝지은 요대(pelvic girdle, PVG)와 흉대(pectoral girdle, PEG) 및 이들의 지느러미와 짝짓지 않은 뒷지느러미(anal fin, AF), 등지느러미(dorsal fin, DF), 그리고 꼬리지느러미(caudal fin, CF)까지 포함시켰다. 이상과 같이 구분하여 관찰한 내용은 다음과 같았다.

1. 중축골격(axial skeleton)

1) 두골(skull)

두개부(cranial region)라 부르기도 하는 두골은 배면도(Fig. 2a), 좌측면도(Fig. 2b) 및 복면도(Fig. 8)로 묘사하였다. 두골을 기능별로 구분하면 아래(Table 2)와 같았다.

가. 뇌두개(neurocranium, NC)

전체적인 형태는 배면도(Fig. 3a), 측면도(Fig. 3b) 및 복면도(Fig. 3c)에 묘사하였다. 가장 앞에 비골부가 위치하며 중간에는 안와부가 맨뒤의 이골부를 연결하였다. 기저부는 뇌두개의 바닥을 이루는 축이 되며 뇌의 천정은 안와부와 이골부의 일부 단위골로 구성되고 뇌의 측면은 이골부의 구성골에 둘러싸여 있다.

Table 2. Major division of the skull in *R. ocellatus marmoratus*

Neurocranium	nasal region
	orbital region
	otic region
	basal region
Viscerocranium	oromandibular arch
	hyoid arch
	branchial arch

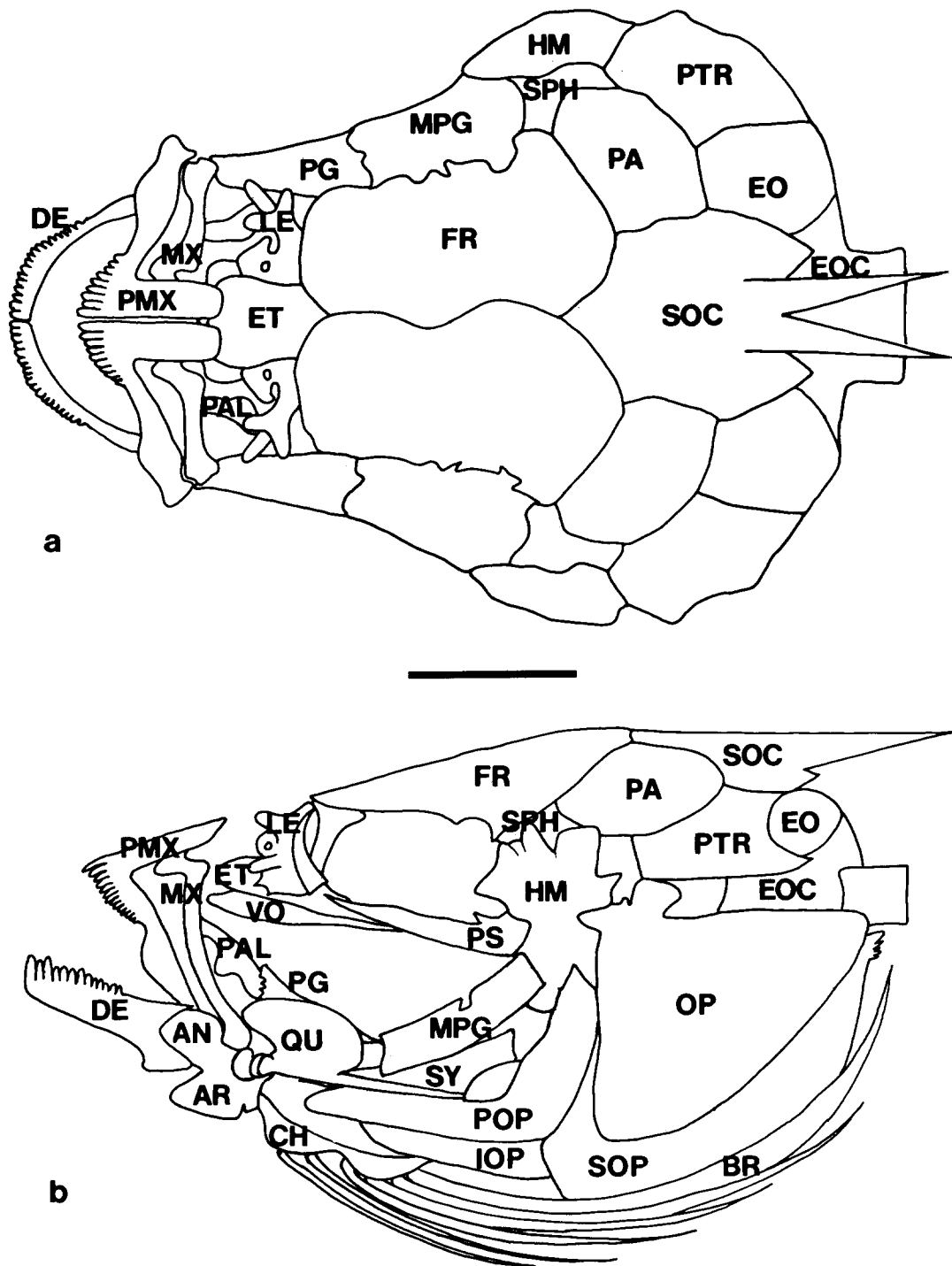


Fig. 2. Dorsal(a) and lateral(b) views of the skull. Bar, 1 mm.

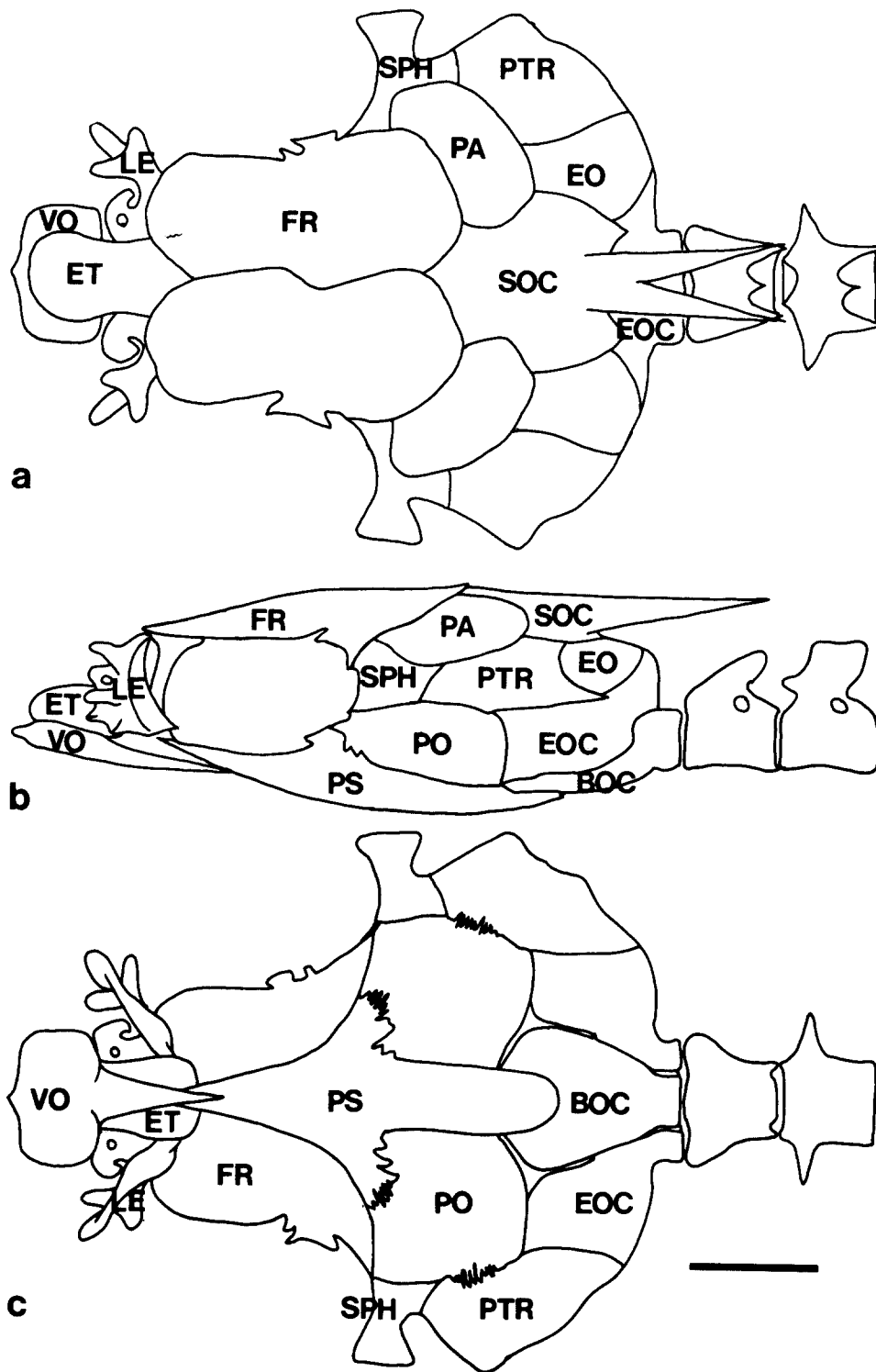


Fig. 3. The neurocranium. a) Dorsal view. b) Lateral view. c) Ventral view. Bar, 0.5 mm.

## a. 비골부(nasal region)

후각부(olfactory region)라 불리기도 하며 후각기관(olfactory organ)을 지지 보존하는 골연합체로서 내장두개의 악궁 윗쪽에 그리고 안와부와 이골부의 앞에 위치하였다(Fig. 4). 비골부의 구성골(nasal bone)은 Table 3과 같았다.

사골(ethmoid, ET)은 비골부의 중심 구성체로서 서골의 상단부로부터 전두골의 전반 중심부에까지 길게 나타나는 연골성골(cartilaginous bone)이었다. 이 사골의 측상방에는 좌우로 측사골이 뻗어나갔다.

측사골(lateral ethmoid, LE)은 전두골 하측 전면에 놓이며 사골의 측방부에 있는 비교적 구조가 복잡한 연골성골이었다. 측사골의 뒷부분은 전두골을 감싸며 아래부분은 사골의 일부분을 둘러싼다. 측사골의 전측방에는 비돌기(nasal process; processus nasalis)가 돌출하여 있고 원통형의 비돌기는 성체가 되어도 연골상태이며 이 비돌기의 전단은 전상악골의 후단돌기(proceeding ascendant; ascending process of premaxilla, APP)와 접하였다.

주둥이골(문골, rostral, RO; kinethmoid)은 사

Table 3. The elements of nasal region

Cartilage	
rostral (RO, 주둥이골, unpaired)	
Cartilaginous bone	
ethmoid (ET, 사골, unpaired)	
lateral ethmoid (LE, 측사골, paired)	
Dermal bone	
nasal (N, 비골, paired)	
vomer (VO, 서골, unpaired)	

골과 전상악골의 위로 향한 돌기(ascending process) 사이에 위치하며 아래쪽이 편만한 반구형의 연골이었다. 기계적 완충을 담당하는 주둥이골과 유사한 기능체가 전상악골과 주상악골간에 위치하는 경우의 보고도 있으나(Greenwood *et al.*, 1966) 본 종의 경우는 비교적 뒤에 위치하여 scombroid 계통의 물고기(Johnson, 1986)와 유사하였다.

비골(nasal, N)은 상악골의 바로 뒷편에서 비골부를 덮고 보호하는 진피성골(dermal bone)이었다. 비골부의 한가운데로는 외비공(external nasal pore; nasal aperture)이 개구하였다.

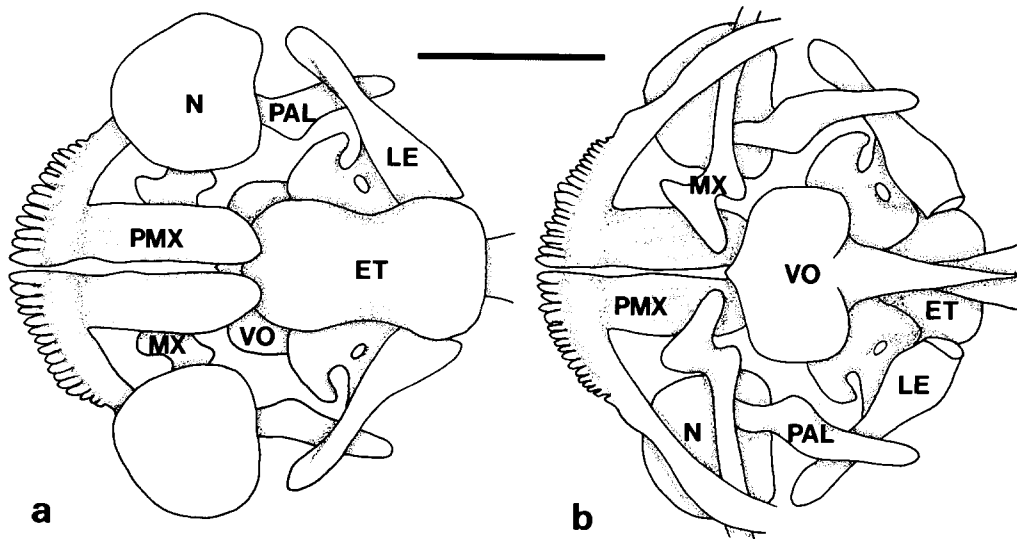


Fig. 4. The nasal region. a) Dorsal view. b) Ventral view. Bar, 0.5 mm.



서골(vomer, VO)은 비골부의 밑부분을 받치고 부접형골과 사골의 중앙부 정도에 위치하며 양쪽을 연결하는 척골(keel bone) 중 하나로서 뒷쪽에 예리한 돌기체가 길게 연결되어 있는 주걱모양의 골이었다. 서골은 원래 1쌍이었으나 개체성숙에 따라 좌우의 골이 분리되지 않을 정도로 견고하게 융합되어 있었다.

#### b. 안와부(orbital region)

안와부는 내장두개의 배측에 놓인 이골부의 전방에 위치하며, 전방비골부의 ethmo-vomer block(ethmo-vomerine region)과 기저부의 부접형골 그리고 배측의 전두골 및 양측의 안와환부에 의하여 둘러싸여 있었다(Fig. 5a). 안구가 놓일 자리인 안와부의 구성골은 아래(Table 4)와 같았다.

안와접형골(orbitosphenoid, ORS)의 가장자리는 전방에 위치한 측사골과 배측에 위치한 전두골과 융합된다. 안와접형골은 안와부에서 전두골과 함께 천정이 되어 안구를 보호하고 받치는 한편 비골부에 연결된 후신경염을 보호하는 연결골성골이었다.

전두골(frontal, FR)은 뇌강 전체의 천정이 되며 좌우비대칭형인 장방형의 진피성골이었다. 전두골은 전방의 비골 및 측사골의 일부, 측방의 접형골 그리고 후방의 두정골 및 상후두골에 의해 둘러싸이며 부분적으로 연결되거나 겹쳐진다. 전두골의 전반부 측면하단에는 안와접형골이 융합된다. 본 종에서 가장 큰 단위골은 전두골이었다. 전두골에는 골근접(juxtapose, J)이라는 특이한 결합방식이 나타났다. 이는 전두골의 연결부위 중 앞쪽에서는 좌측골이 뒷쪽에서는 우측골이 맞은편 골의 가장자리를 덮는 방식으로 연결된다(Fig. 5b). 따라서 외형상 좌우비대칭으로 나타났으며 좌우전두골의 횡단면은 Fig. 5c와 같은 밀착결합의 양상이었다. 전두골 뒷쪽

에는 V자형의 구(furrow)가 뒤로 뻗어 상후두골의 중앙에까지 다다랐다.

외접형골(dermosphenotic, DMS)은 안구의 배후방에, 접형골의 외측 전방에 위치하는 진피성골로서 안와환부골의 일부골로 포함시키기도 하나(Harrington, 1955) 위치와 형태상 외접형골로 호칭함이 타당하다고 생각된다.

본 종에서는 전안와골(antorbital), 하안와골(infraorbital; suborbital), 간안와골(interorbital) 및 상안와골(supraorbital) 등 일련의 안와환부골(circumorbital bone; circumorbitalia)이 전혀 나타나지 않는 반면, 이들의 기능을 대신할 수 있는 비늘이 안와부 전면에 덮혀 있어 이들이 안와환부(circumorbital region)의 보호 기능을 담당하는 것으로 보인다. 송사리류에서는 대체로 안와환부골의 발달이 비교적 단순하다고 보고되었으나(Greenwood *et al.*, 1966) 점박이송사리에서 전혀 나타나지 않았음은 드문 경우에 속한다.

#### c. 이골부(otic region)

이골부는 뇌두개의 중심부로서 안와부와 척추골 사이에 위치하며 뇌를 보호하고 평형청각기관(statoacoustic organ)을 감싼다(Fig. 6). 이골부 구성골은 Table 5와 같았다.

접형골(설상골, sphenotic, SPH; autosphenotic)은 뇌두개(cranial vault)의 전방에 위치하며 윗쪽 절반은 안와강(orbital cavity)의 뒷쪽 가장자리에 있었다.

접형골의 앞에는 안와접형골이, 위에는 전두골, 뒤에는 측이골, 그리고 바깥쪽에는 외접형골이 각각 위치한다. 접형골의 형태는 종에 따라 현저한 차이를 나타내고 있으나 위치는 유사하였다(Chapman, 1944; Dineen and Stokely, 1956; Blair and Brown, 1961).

측이골(pterotic, PTR; autopterotic)은 접형골의 뒤, 두정골의 외측하단, 외이골과 외후두골의 앞, 그리고 전이골의 위에 위치한다. 측이골에는 설악골(hyomandibular)과 결합할 수 있는 연결구(joint groove)가 형성되어 있었다.

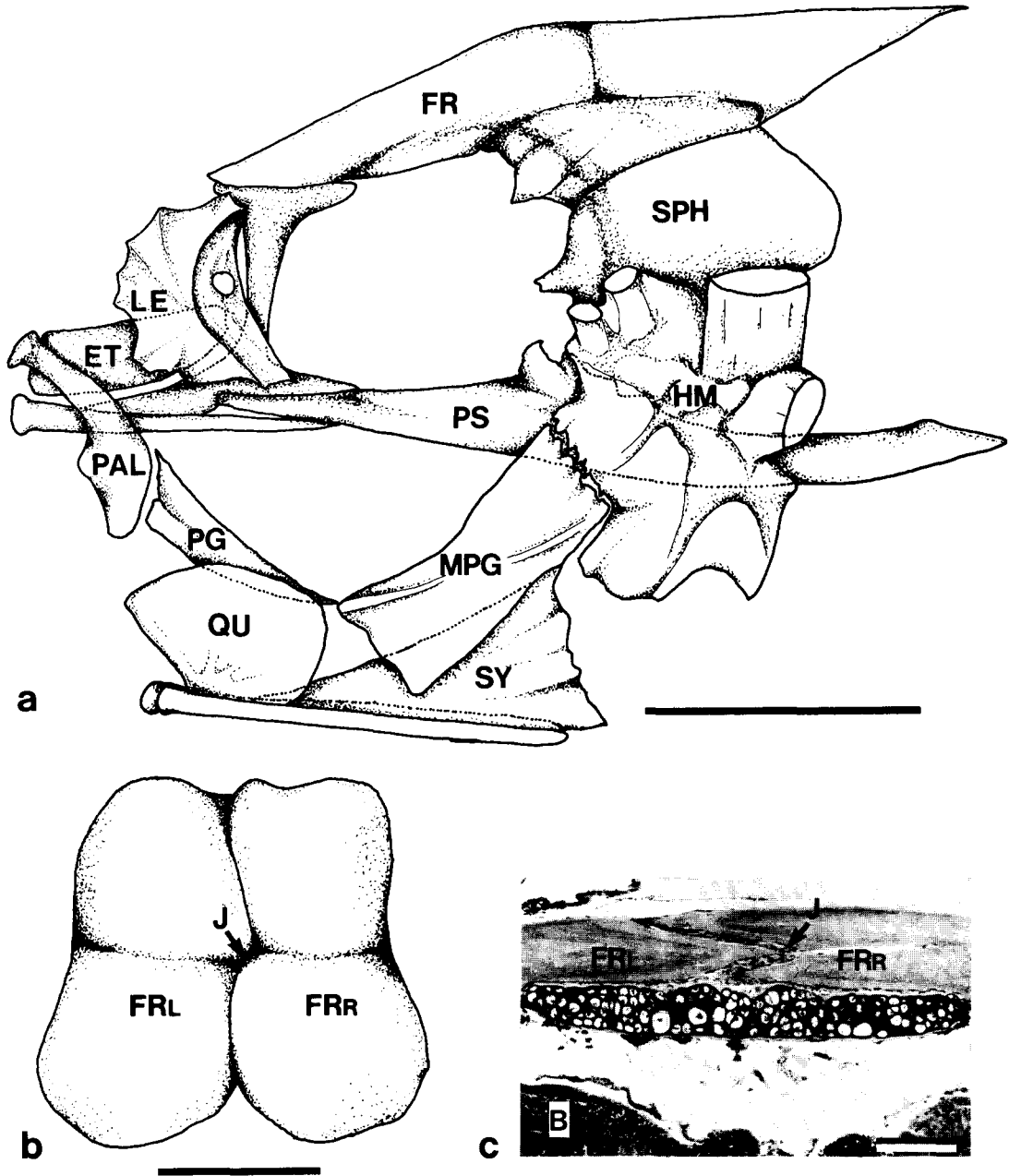
전이골(protoic, PO; otosphenoid)은 이골강의 바닥으로 앞에는 접형골이, 체측에 대해 안쪽으로는 부접형골, 바깥쪽으로는 측이골, 그리고 뒤에는 부후두골과 외후두골이 위치한다. 전이

**Table 4.** The elements of orbital region

Cartilaginous bone
orbitosphenoid (ORS, 안와접형골, paired)
Dermal bone
frontal (FR, 전두골, paired)
dermosphenotic (DMS, 외접형골, paired)

골이 부접형골 및 측이골과 결합될 때 부분적으로 치상봉합(dentate suture)이 나타났다. 전이골의 윤곽은 전체적으로 방형이나 내측에 사골미

로의 일부가 위치하므로 내부구조가 복잡하다. 전이골은 측이골과 더불어 설악골에 결합할 수 있는 연결구를 가지며 이것에 의하여 뇌두개와



**Fig. 5.** The orbital region. a) Left lateral view. Bar, 0.5 mm. b) Dorsal view of frontals. FRL; left frontal, FRR; right frontal. Bar, 0.5 mm. c) Microphotograph of cross-sectioned frontals. B; brain, J; juxtapse or sutural ligament. Bar, 50  $\mu$ m.

**Table 5.** The elements of otic region

Cartilaginous bone	
sphenotic (SPH, 접형골, paired)	
pteroic (PTR, 측이골, paired)	
prootic (PO, 전이골, paired)	
epiotic (EO, 외이골, paired)	
opisthotic (OPO, 부후두골, paired)	
exoccipital (EOC, 외후두골, paired)	
Dermal bone	
parietal (PA, 두정골, paired)	
supraoccipital (SOC, 상후두골, unpaired)	

내장두개가 연결된다. 또한 전이골의 내측에는 이석 중 역석(lapillus)과 편평석(sagitta)이 놓여 있었다.

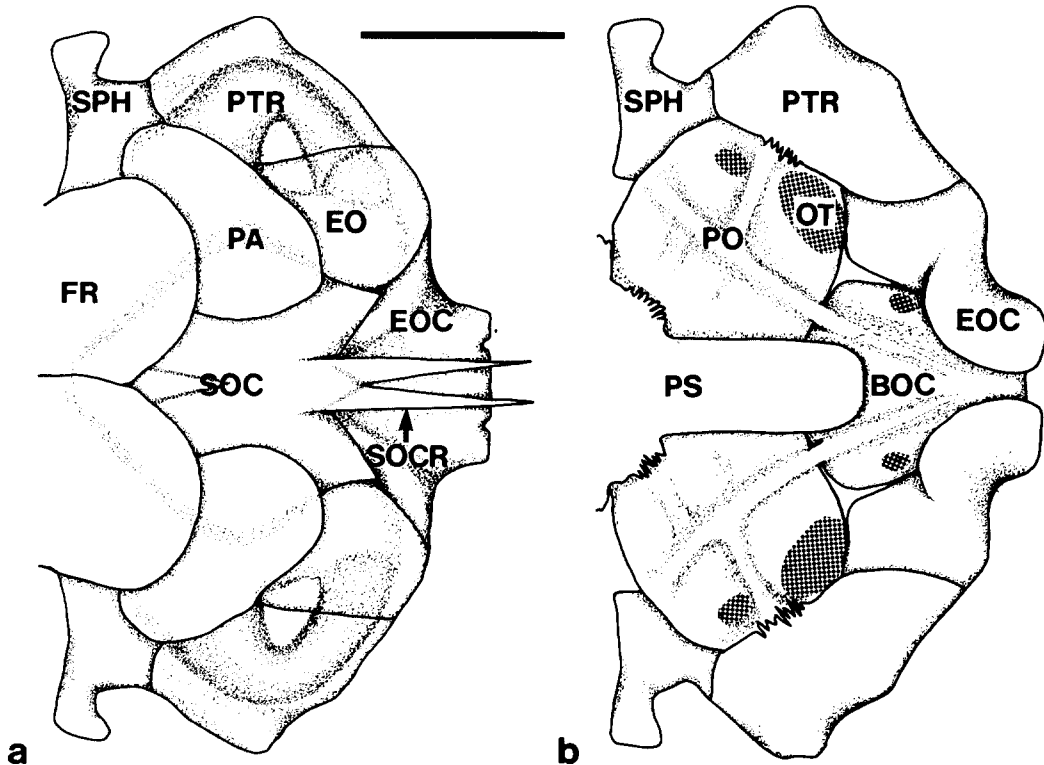
외이골(epiotic, EO)은 뇌두개의 양측후방에 위치하였다. 외이골은 다른 이골부 구성골과 함께 내부에 이골강(otic capsule)을 형성한다. 외

이골의 외측상면에는 홈이 있어 측후두골의 배측 분지부분(bifurcation)이 부착되었다.

부후두골(opisthotic, OPO; paraoccipital)은 뇌두개 후편에 있는 측이골과 외이골간에 위치하며 이골부의 다른 구성골들과 함께 이골강(otic capsule)을 형성하고 부후두골 아래에는 이석 중 성상석(asteriscus)이 놓여 있었다.

두정골(parietal, PA)은 전두골과 측이골 및 외이골과 상후두골에 둘러싸인 막성골로서 후두골이라 부르기도 한다. 본 종의 두정골은 전두골의 1/4 정도되는 크기로서 좌우대칭성을 보이거나 좌우 두정골 간의 연접은 나타나지 않았다. 한편 동일한 송사리목 중 송사리에는 두정골이 없다는 보고(Yabumoto and Uyeno, 1984)가 있어 좋은 대조를 나타내고 있다.

외후두골(측후두골, exoccipital, EOC; lateral occipital; pleurooccipital)은 뇌두개의 가장 뒷부



**Fig. 6.** The otic region. a) Dorsal view. b) Ventral. Bar, 0.5 mm.

분에 위치한 골로서 기저골 위에 위치하며 상후두골과 외이골에 둘러싸여 있다. 외후두골은 부후두골과 견고하게 결합되어 있어 외후두골의 미부 표면이 부분적으로 후두대공(foramen magnum)을 둘러싸며 후두과(condyle)와 함께 제1추골에 관절되었다.

상후두골(supraoccipital, SOC)은 뇌두개의 등쪽미부에 위치한 짝짓지 않은 골로서 전두골과 두정골의 뒤에 있고 외후두골과 기저후두골 위에 놓여 있었다. 전체적인 형태는 거의 둥글며 중앙부는 배측으로 융기하였고 미부에 깃(supraoccipital crest, SOCR)과 같은 돌기가 배측 및 복측으로 신장되어 있었다.

이골부는 뇌를 보호할 뿐만 아니라 평형청각기의 기능까지 갖고 있다. 뇌두개의 후반부에 위치한 평형청각기관은 뇌두개의 내벽안에 위치한 내이(inner ear) 안쪽에 있으며 이 곳에는 3쌍의 평형석(otolith; statolith)이 놓여 있었다. 이 평형석은 통상 이석이라 불리며 다른 골질과는 달리 탄산칼슘염이 주성분으로서 주기적 집적양상을 보이므로 물고기 나이를 감정할 때 분석대상이 되기도 하며(Harder, 1975; Radtke and Dean, 1982), 이의 형태를 중요한 분류형질로 삼기도 한다(Fitch and Barker, 1972).

세가지 이석은 소낭(sacculus)에 있는 편평석(sagitta, sacculolith), 통낭(utricle)에 있는 역석(lapillus, utriculolith) 및 과상체(lagena)에 있는 성상석(asteriscus, lagenolith)이었다. 이 중 가장 큰 것은 편평석이었으며 성상석이 가장 작았다. 본 종의 3가지 이석은 크기의 차이만 있을 뿐 형태는 원반형을 크게 벗어나지 않았다. 부화 직후의 개체를 포함한 모든 개체에서 이석이 나타나는 것으로 보아 본 종의 이골낭에 칼슘염이 집적된 상태로 나타나는 최초의 시기는 부화 이전으로 판단되며, 이와같이 이른 시기에 이석이 형성되는 것은 가능한 한 빠른 시기에 평형감각을 갖고 유영능력을 갖추기 위하여 이골낭의 기능적 분화가 잘 이루어진 상태로 부화되기 때문일 것으로 여겨진다.

#### d. 뇌기저부(basicranial region)

뇌기저부는 기저부(basal region)로 불리기도 한다. 뇌기저부의 전단은 비골부와 연결되고 안

**Table 6.** The elements of basicranial region

Cartilaginous bone	
basisphenoid (BSH, 기저접형골, paired)	
basioccipital (BOC, 기저후두골, unpaired)	
Dermal bone	
parasphenoid (PS, 부접형골, unpaired)	

와부와 이골부의 하측 중앙을 지나며 후단은 제1추골에 연결되어 있었다(Fig. 7). 기저부의 구성골은 Table 6과 같았다.

기저접형골(basisphenoid, BSH)은 뇌두개(cranial vault)의 기저부에 있었다. 이들은 부접형골의 중앙 양쪽에 위치하며 상단은 접형골 하단에, 뒷쪽은 전이골의 전단에 연결되었다.

기저후두골(basioccipital, BOC)은 뇌두개의 후단 기저부에 위치하며, 전면은 중앙부까지 부접형골에 의해 덮혀 있었다. 배면에서 본 전체의 형태는 전단 폭이 넓고 후단 폭이 좁은 등변사다리꼴 모양이었다. 전면에는 부접형골과 전이골이, 후측 상면에는 외후두골이 그리고 후면에는 제1추골이 접하였다.

#### 나. 내장두개(viscerocranium)

물고기의 내장두개(visceral cranium, VC; viscerocranium; splanchnic cranium; splanchnocranium)는 장골 또는 안면두개라고도 하고 두골 중 뇌두개를 제외한 모든 골격으로서 뇌두개의 아랫쪽에 위치하거나 가장자리를 감싼다(Fig. 8). 그 기능적 구조에 따라 구악궁, 설궁 및 새궁의 3부위로 구분하였다.

##### a. 구악궁(oromandibular arch)

구악궁은 상악(upper jaw)과 하악(lower jaw; mandible; mandibular; mandibular arch; mandibular region)으로 구분되고(Fig. 9), 비골부의 전면 하반부에 그리고 설궁의 전면 상단부에 위치하였다(Figs. 2b, 8 and 10). 구악궁은 턱(jaw)의 구열운동에 관련된 구성골을 말하며 특히 섭식과 호흡에 관련된 기계적 운동을 담당하고 있어, 물고기에서 다양하게 나타나는 구악궁의 형태 분석은 척추동물의 형태 연구에 중요한 부위이다(Liem, 1967; Gosline, 1973; 1987; Liem and Sanderson, 1986). 구악궁의 구성골은 Table 7과 같았다.

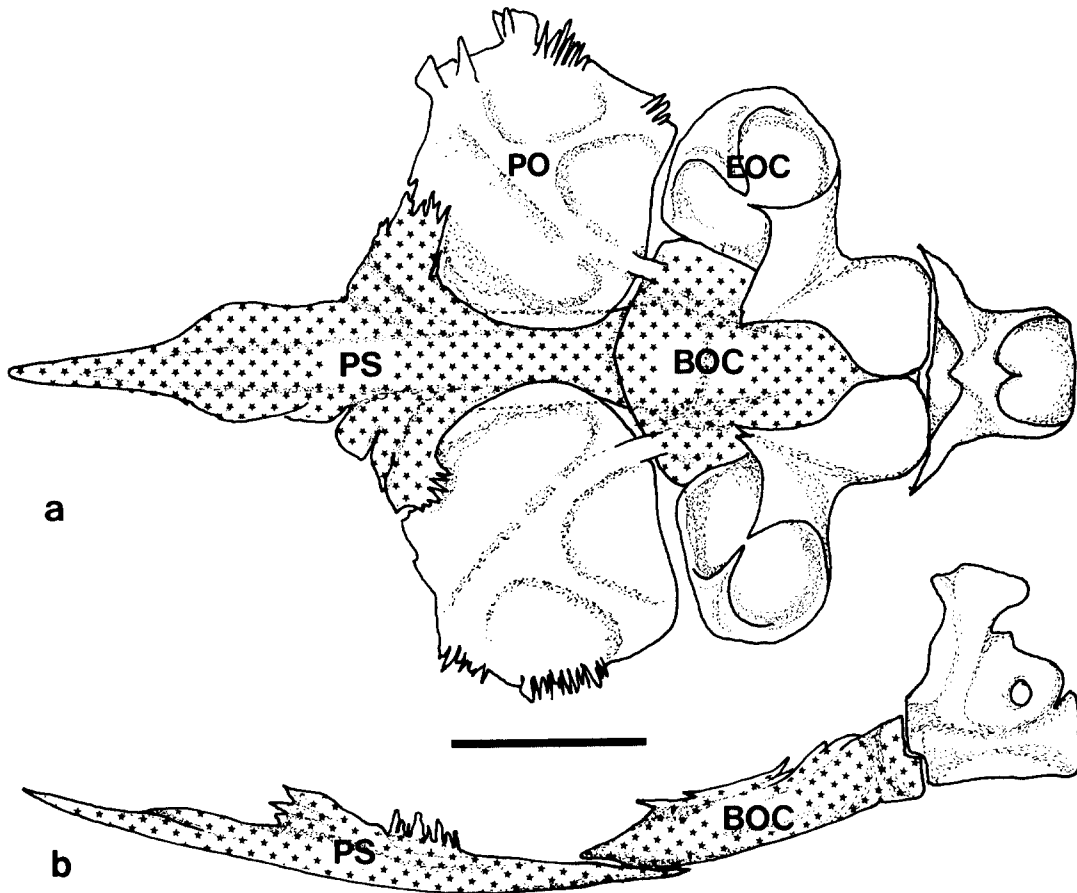
후익상골(metapterygoid, MPG)은 구개방골(palatoquadrate)과 일차상악(primary upper jaw)의 가장 뒷부분에 있는 장방형의 연골성골이었다. 후익상골의 후단은 설악골, 하단은 접속골, 그리고 전단은 방골과 익상골에 연결되었다.

익상골(ptyergoid, PG; pterygial; pterygialia) 역시 구개방골궁(palatoquadrate arch)에 포함되는 연골성골이며 폭이 좁은 띠 모양의 골로서 전후단부는 초생달과 같은 모양으로 휘어져 있었다. 익상골은 구개골의 미부하단에, 방골의 복측에 그리고 후익상골의 전단에 위치하였다. 본 종에서 익상골은 좌우측에 하나씩 있으나 내익상골(endopterygoid; endopterygoid; mesopterygoid)과 외익상골(ectopterygoid)로 분리되어 있

**Table 7.** The elements of oromandibular arch

Cartilaginous bone	
metaptergoid (MPG, 후익상골, paired)	
ptyergoid (PG, 익상골, paired)	
quadrate (QU, 방골, paired)	
Dermal bone	
angular (AN, 각골, paired)	
articular (AR, 관절골, paired)	
dentary (DE, 치갈, paired)	
maxilla (MX, 수상악골, paired)	
palatine (PAL, 구개골, paired)	
premaxilla (PMX, 전상악골, paired)	

는 종도 보고되었다(Harrington, 1955). 외익상골은 포유류의 익상접형골과 상동체로서(Green-



**Fig. 7.** Ventral view(a) and lateral view(b) of the basicranial region. The stippled region indicates parasphenoid(PS) and basioccipital (BOC). Bar, 0.5 mm.

wood *et al.*, 1966) 구개방골에 포함되고 내익상골은 사지동물의 익상골에 해당된다.

방골(quadrate, QU)은 구개방골의 하단부에 위치하는 도끼모양의 연골성골로서 상측에는 익상골 및 접속골이, 전면에는 관절골 및 상악골이, 후단에는 후익상골과 하측의 간새개골 및 전새개골이 위치 하였다. 물고기의 방골은 그 형태가 통상 삼각형이나 본 종의 경우는 약간 변형된 상태라 할 수 있다. 한편 사지동물의 방골은 사각형으로서(Kent, 1987) 그 형태가 대조적이다.

각골(angular, AN)은 하악의 치골과 관절골을 연결하는 경골로서 가장 앞부분에는 맥켈씨연골(Meckel's cartilage)이 있어 치골의 내측면에 위치하였으며, 치골과 부분적으로 겹쳐진 상태였다.

관절골(articular, AR)은 각골과 유합된 상태로 하악의 방골과 더불어 1차 관절을 이루는 경골로서 후면이나 방골에 대하여 관절되어 있었다. 전술한 각골과 관절골은 본 종의 성체에서는 관절강직(ankylosis)의 양상으로 나타나 그 명칭을 angular retroarticular라 하였다. 한편 각골과

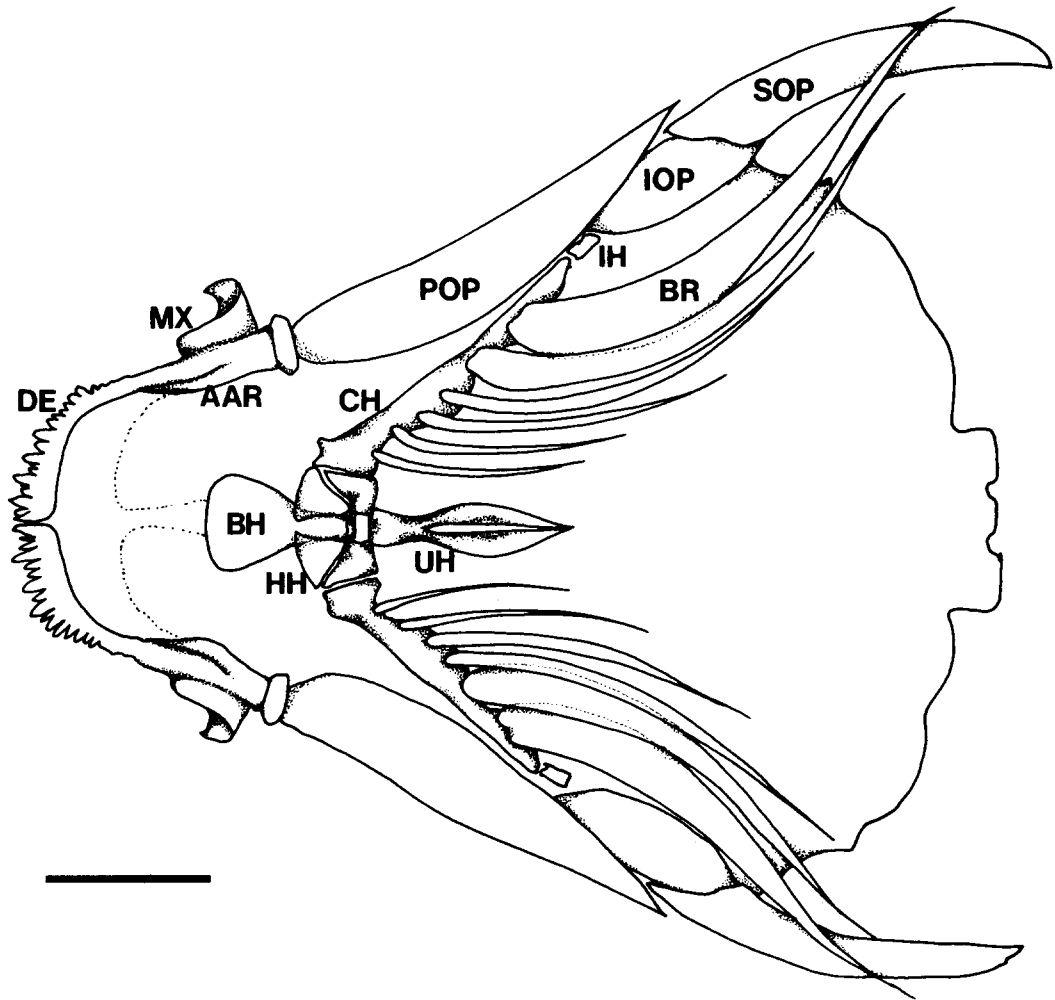


Fig. 8. Ventral view of the skull. Bar, 0.5 mm.

관절골의 호칭에는 혼동이 있어 Holmgren과 Stensiö(1943)는 단위골이 분리되어 있음에도 불구하고 관절골과 각골을 모두 각골로 불렀고, Jollie(1975)는 각골을 관절골로 호칭하였으나 이 경우 뒷부분이 관절면(joint surface)만 제공할 따름이었다. 실제로 단위골이 분리된 경우라면 명칭을 따로 부여함이 합당할 것이나 단위골이 관절로 연결된 정도가 아니라 결합부위의 식별이 곤란한 정도인 본 종의 경우 뱀장어의 유합상태와 유사하므로(Castle and Paxton, 1984) 각 관절골(angulo-articular)로 칭하였다. 치골의 후반부에는 위로 돌출한 관상 돌기가 나타났다. 치골은 맥켄씨연골을 완전히 덮고 있었으며 뒷부분은 관절골의 일부를 뒤덮고 있었고 치골에 부착된 치아는 전형적인 단생치로서 규칙적 배열이 갖추어진 것은 아니나 거의 3열에 가까웠다. 그중 최외측열의 치아가 가장 크며 좌우측에 각각 평균 6개(4~9)씩이었고 내측과 뒷쪽으로 갈수록 치아의 크기는 작아진다. 한편 치식은 대체로 좌우가 같으나 일부 개체에서는 비대칭성이 나타나기도 하였다(Park *et al.*, 1987).

상악골(maxilla, MX; maxillary)은 2차 상악

(secondary upper jaw)의 구성골로서 비틀어진 Y자형으로 되어 있었다. 이들은 전상악골의 배측 후방에 위치하였으며 전상악골의 상행돌기를 후복측에서 받쳐 주고 있었다. 한편 상악골의 후면 내측에는 구개골과 결합되는 관절와가 있었다.

구개골(palatine, PL)은 1차 상악의 가장 앞에 있고 내측에 ethmo-vomer block이 위치하며, 뒷가장자리는 익상골 및 방골의 상단과 연결된다.

전상악골(premaxilla, PMX; premaxillary; 간상악골, intermaxilla)은 상악골 앞에 놓이며 치아를 가진 이차상악의 구성골로서 좌우동형이었고 중앙선에서 좌우단위골이 서로 접하였다. 전상악골의 상행돌기(ascending process of premaxilla, APP)는 치판(tooth plate)의 배측에서 뻗어 나온 경골엽(bony lobe)으로서 좌우대칭형이었다. 본 종의 전상악골에는 3열의 단생치가 위치하며 가장 큰 치아는 하악의 치아와 유사하게 최외측열에 위치하였고 중간열과 내측열에는 소형치아가 위치하나 규칙적 배열상은 나타나지 않았다. 최근에는 전상악골의 치아배열(Casciot-

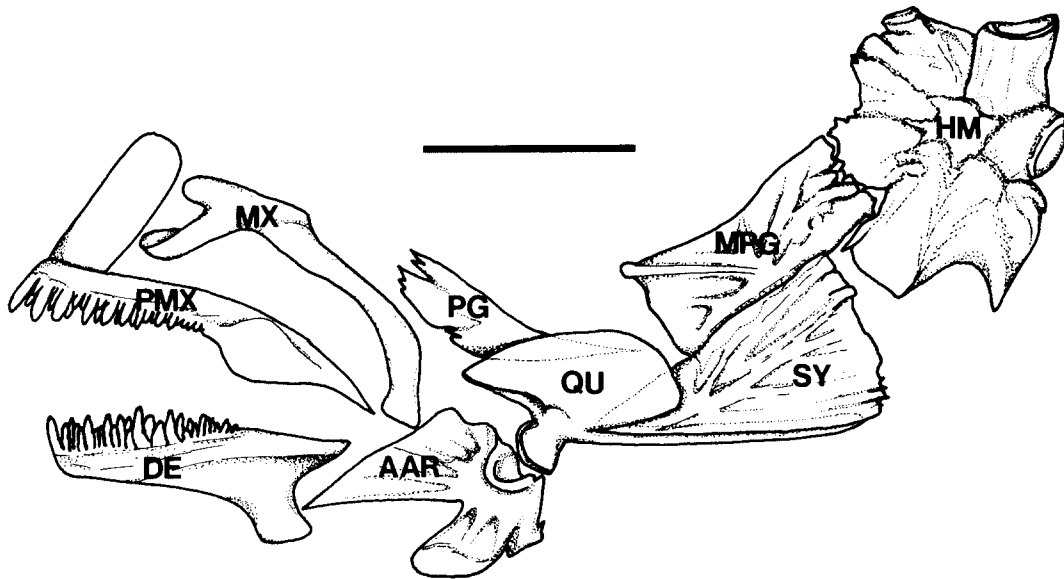


Fig. 9. Lateral view of disarticulated oromandibular region. Bar, 1 mm.

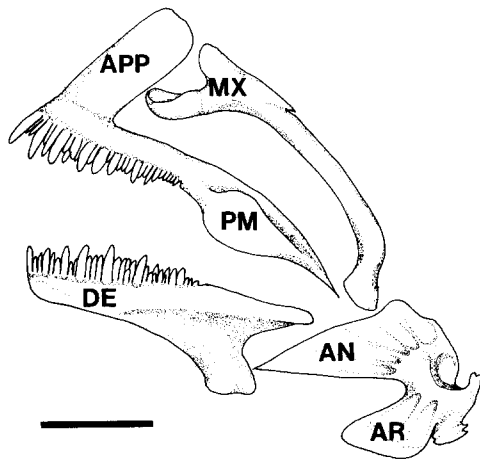


Fig. 10. Lateral view of disarticulated mouth part. Bar, 0.3 mm.

ta, 1987)과 치아의 미세구조(Parenti, 1987)도 가치있는 분류 형질로 이용되고 있다.

b. 설궁(hyoid arch)

설궁(hyoid; hyoid arch; hyoid region; 설악궁, hyomandibular arch; 설골, tongue bone)은

뇌두개에 접속되어 있는 현수골(suspension)을 포함하는 모든 설골기구(hyoid apparatus)를 말한다. 설궁은 두골의 가장 아래쪽에 있었으며 악궁의 후하단 세궁 및 뇌두개의 일부를 감싼다(Fig. 11). 설궁도 구악궁과 함께 구열운동에 깊이 관련된 골격기관으로서(Liem, 1967; Lauder, 1982) 이의 기능적 형태는 계통 연구에 중요하다(Rosen, 1982). 설궁의 구성골은 Table 8과 같았다.

기설골(basihyal, BH; glossohyal)은 설궁의 가장 앞부분에 위치하는 연골성골로서 체측면 상에서 좌, 우측 설궁을 연결한다. 기설골은 전단의 폭이 넓고 후단의 폭이 좁은 사다리모양이었으며 앞부분은 구강 바닥면의 혀 안에 들어 있으므로 수평면보다 들려 있는 상태였다.

각설골(ceratohyal, CH)은 설궁의 주축을 이루는 골로서 내, 외측에 있는 하설골과 상설골을 연결되었고 6쌍의 새조골 중 5쌍이 이 각설골에 부착되어 있었다.

상설골(epihyal, EH)은 설궁 중 각설골보다 바깥쪽에 위치한 단위골로서 복측면이 각설골과 부동관절(synarthroses)로 결합되어 있었다. 상설

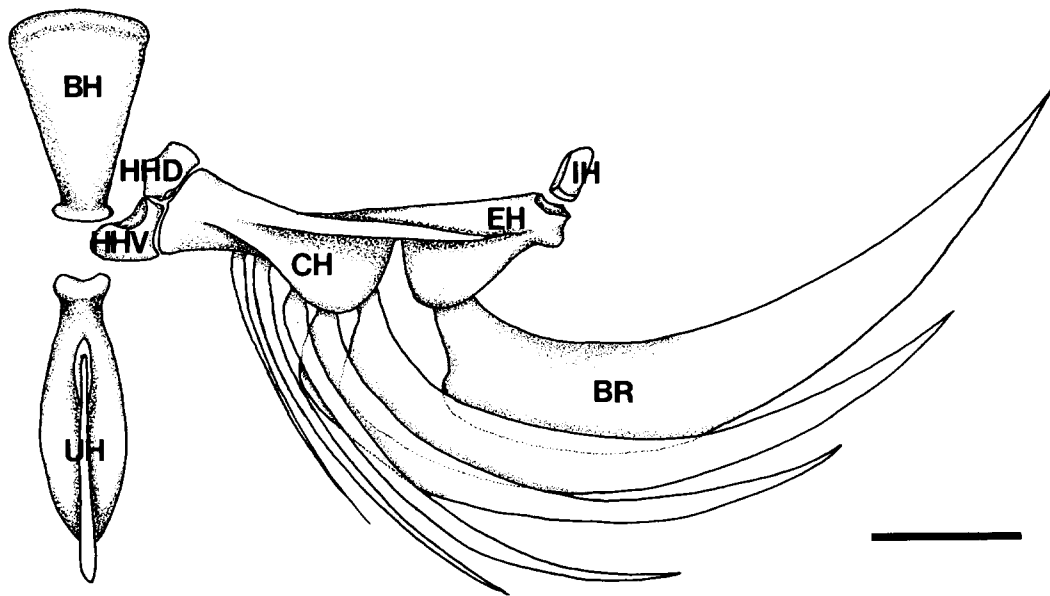


Fig. 11. Dorsal view of the right hyoid region. Bar, 0.3 mm.



**Table 8.** The elements of hyoid arch

Cartilaginous bone	
basihyal (BH, 기설골, unpaired)	
ceratohyal (CH, 각설골, paired)	
epihyal (EH, 상설골, paired)	
hyomandibular (HM, 설악골, paired)	
hypohyal (HH, 하설골, paired)	
interhyal (IH, 간설골, paired)	
symplectic (SY, 접속골, paired)	
Dermal bone	
branchiostegal ray (BR, 새조골, paired)	
interopercular (IOP, 간새개골, paired)	
oeprcular (OP, 우새개골, paired)	
preopercular (POP, 전새개골, paired)	
subopercular (SOP, 하새개골, paired)	
urohyal (UH, 비설골, unpaired)	

골의 배측외곽부에는 설악골과 연결된 간설골이 결합되었고 이 상설골에는 1쌍의 가장 바깥쪽 새조골이 결합되어 있었다. 한편 각설골과 상설골은 견고한 관절양상을 감안하여 이들을 하나의 단위골로 보고 전각설골과 후각설골로 부르기도 (Parenti, 1981)한다.

두골 양측의 중앙부에 위치하는 설악골(hyomandibular, HM)은 설궁과 악궁을 뇌두개에 결합시킬 때 주축이 되는 골이었다(Fig. 12). 이 설악골에는 부착될 수 있는 관절부위가 많기 때문에 복잡한 골격 결합체가 형성된다. 즉 전방의 관절외에는 설궁과 악궁을 접속시키는 접속골이 관절되며 후단에는 새개골이 관절되고, 설악골의 내측에서는 간설골이 관절되며 특히 내측상단에서는 악궁 및 설궁이 뇌두개에 관절된다. 설악골 주변에는 그 외에 많은 단위골이 위치하였다. 전방에는 후익상골과 접속골 및 방골이, 내측에는 간설골과 상설골이, 외측에는 전새개골이 후측에는 새개골과 하새개골이, 한편 배측에는 간새개골이 위치하였다. 설악골의 형태는 관절되는 상대골의 형태에 따라 형태적 차이가 현저하게 나타나므로(Cavender, 1980) 비교할 가치가 있는 형질이다.

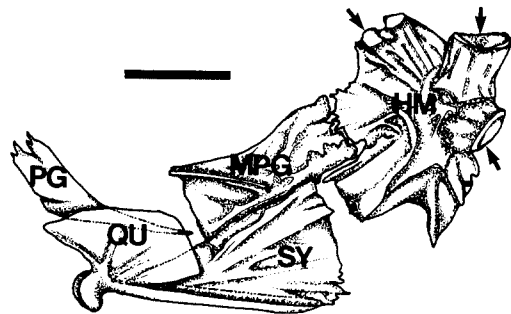
하설골(hypohyal, HH)은 세궁의 하새골에 대응하는 골로서 배측하설골(dorsal hypohyal, HHD; upper hypohyal)과 복측하설골(ventral hypohyal, HHV; lower hypohyal)이 결합되어 나

타났고 이의 결합방식은 zoarcid류(Anderson and Hubbs, 1981)와 유사하였다. 이 복합체는 내측은 좌우측에 기설골이, 외측에는 각설골이 관절되었다. 경골어류의 대부분은 배측하설골과 복측하설골이 분리되지 않았으나 일부종에는 분리된 상태로 나타나기도 한다(Yarberry, 1965; Liem, 1967; Mohsin, 1978b).

간설골(interhyal, IH)은 설궁의 가장 바깥쪽에 위치하는 짧은 연골성골로서 설악골과 상설골을 연결한다. 사지동물의 흉설골(stylohyal)과 상동체인(Greenwood *et al.*, 1966) 간설골의 배측에는 설악골이 위치하였고, 외측에는 간새개골이 위치하여 이들이 간설골을 덮었다.

접속골(symplectic, SY)은 방골과 설악골을 접속시킴으로써 악궁과 설궁을 연결하는 연골성골이다. 이 부위의 골화중심은 설악골로서 골화과정 중 접속골이 분리되어 별개의 단위골로 분화된다. 앞부분이 뾰족한 삼각형 모양인 접속골의 전단 및 하단은 방골과 접하고, 상단은 후익상골에, 후단은 설악골에 접해져 둘러싸이며 외측에는 전새개골이 덮는다. 접속골의 구근(keel)은 방골의 절흔(notch)과 위치상 일치하며 실질적인 접속이 있음을 확인할 수 있었다.

새강의 여단음에 있어 보조역할을 담당하는 새조골(새피복사골, branchiostegal ray, BR; branchiostegals)은 6쌍의 골편이 아가미 뚜껍과 새피막(branchiostegal membrane)의 복측에 위



**Fig. 12.** Lateral view of connecting bones between neurocranium and viscerocranium. Note three joint portions of the hyomandibular for prootic, sphenotic and opercular joints. Bar, 0.3 mm.

치하고 있었다. 본 종의 새조골은 전단부착점이 각설골과 상설골에 있는 호상의 막성골로서, 6쌍의 좁고 긴 골편들은 각기 길이가 달라 복측의 골편이 가장 짧으며 배측으로 갈수록 점차 커져 가장 큰 새조골은 하새개골과 폭 및 길이가 유사하였다. 이 새조골의 수와 형태는 종에 따라 다양하며 분류학상 중요형질이 되고 있다(Hubbs, 1919; McAllister, 1968). 점박이총사리의 새조골은 좌우측의 골편수가 비교적 적고, 동일하며 비대칭성은 보이지 않아(Park *et al.*, 1987) 새조골의 발생이 매우 안정하거나 또는 비대칭성의 개체는 초기 발생과정 중 또는 어린 시기에 도태되기 때문일 것으로 추정된다. 이는 다른 몇 종의 물고기에서 조사된 바와 유사하였다(Valentine *et al.*, 1973; Leary *et al.*, 1983).

일련의 새개골(Fig. 13) 중 가장 안쪽에 위치한 간새개골(interopercular, IOP; interopercle; interoperculum)은 하새개골의 전반부를 덮고 있었고, 전새개골과 주새개골에 의하여 덮혀 있었다.

주새개골(새개골, opercular, OP; opercle; operculum)은 새개부에서 가장 넓고 크며, 전두골과 더불어 개체 중 가장 큰 단위구성골에 속한다. 주새개골은 전새개골, 간새개골, 하새개골

및 새조골과 함께 새강(gill chamber)을 보호하고 새개부를 여단음에 중추적인 역할을 담당하는 막성 단위골로서 설악골과 긴밀하게 관접되었다.

전새개골(preopercular, POP; preopercle; preoperculum)은 새개부의 가장 앞에 위치하였으며 설악골의 하단부를 덮은 막성골로서 새강의 전반부 벽을 이루며 안와부의 간접적인 받침대가 되었다. 또한 전새개골은 간새개골의 앞부분을 덮었으며 후면은 주새개골과 밀착 결합되었다.

하새개골(subopercular, SOP; subopercle; suboperculum)은 새개부의 후하단에 위치하는 막성골로서 주새개골, 간새개골 및 새조골에 둘러싸여 있었다.

미설골(urohyal, UH)의 복측면(horizontal plate, UHHP)은 편평하였으며 중심선을 따라 배측으로 막성돌기(vertical plate, UHVP)가 융기된 상태였고 구조적 격막의 형태를 갖추고 있었다. 이 미설골의 형태도 종에 따라 다양하기 때문에 분류에 중요형질이 된다(Hosoya, 1986).

설궁의 형태 및 구성골의 수는 진구아강의 유연관계를 분석할 때 중요한 기준으로 설정되기도 하며(Fraser, 1968; McAllister, 1968; Nelson, 1970; Gushiken, 1988), 이 기준에 따르면 본 종은 Malacopterygii류에 속하며 Acanthopterygii류보다는 덜 분화된 것으로 볼 수 있다.

### c. 새궁(branchial arch)

새궁은 호흡상피가 모여 있는 새엽(gill filament) 및 새파(gill raker)가 부착된 새궁(gill arch)과 인두골이 있는 내장두개의 가장 뒷부분으로서 악궁의 후방에 위치하고 설궁에 둘러싸여 보호를 받는 복합 골격구성체이다(Fig. 14). 새궁의 구성골은 Table 9와 같았다.

기새골(basibranchial, BB)은 체측면에 연하고 기설골 하단에 위치하는 짝짓지 않은 골로서 모두 3개였으며 이 기새골의 좌우측에는 제 1~제 3 새궁의 하새골이 연결되어 있었다. 기새골의 형태와 크기는 동일하지 않았고 가장 큰 것은 제 3 기새골이었다.

각새골(ceratobranchial, CB)은 설궁의 각설골에 상응하는 새궁의 중추적인 구성골로서 4쌍이

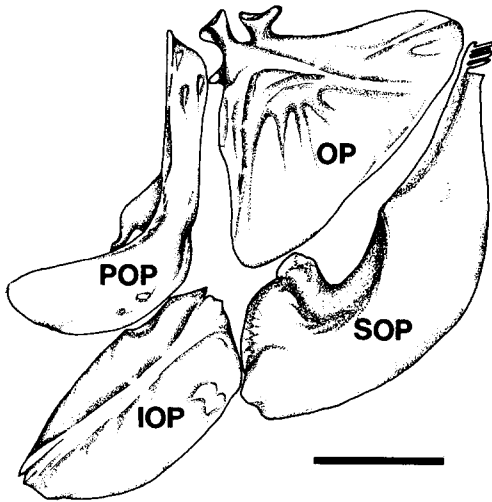


Fig. 13. Lateral view of disarticulated opercular series. Bar, 0.8 mm.

**Table 9.** The elements of branchial arch

Cartilaginous bone	
basibranchial (BB, 기새골, unpaired)	
ceratobranchial (CB, 각새골, paired)	
epibranchial (EB, 상새골, paired)	
hypobranchial (HB, 하새골, paired)	
pharyngobranchial (PHB, 인두새골, unpaired)	
Dermal bone	
pharyngeal (PH, 인두골, paired)	

었으며 중앙부는 여송연 모양으로 불룩하고 각 새골의 후하면에는 호흡상피인 새엽과 전면 상부에 새파가 연결되어 있었다. 각새골은 체측면 내측의 하새골 및 외측의 상새골과 접하고 배측에는 상새골과 인두새골이 위치하였다. 제 4새골의 각새골은 하새골과 융합되어 있었다. 각새골은 하새골과 함께 새궁의 하지(lower limb)를 형성하였다.

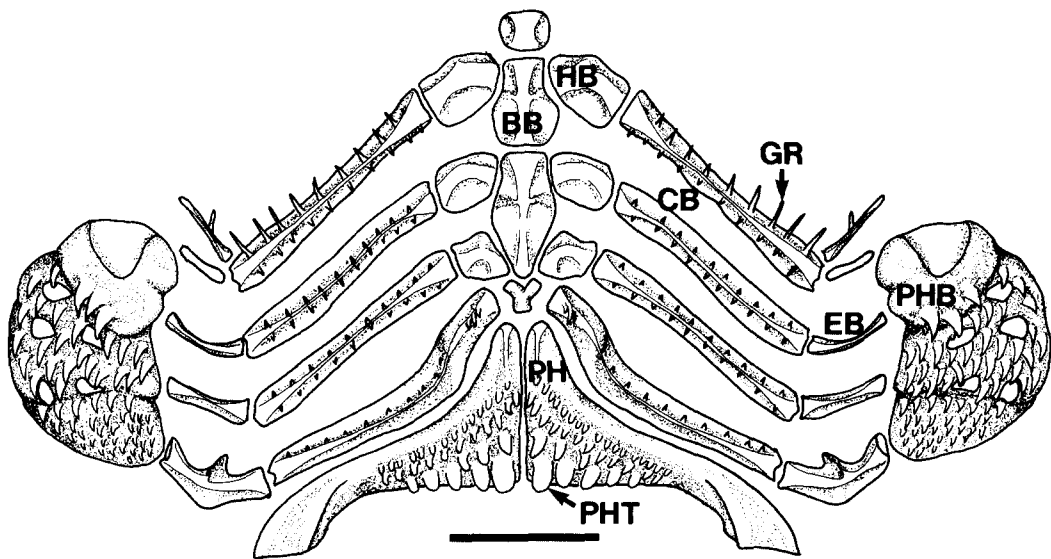
상새골(epibranchial, EB)은 각새골의 배측에 위치하며 각새골과 함께 체측을 향한 호를 형성한다. 좌우에 4개씩 있으며 새궁의 상지(upper limb)라고 하는 상새골은 제 4상새골은 인두새골과 접한다. 상새골에도 새엽과 새파가 부착되어 있었다.

하새골(hypobranchial, HB)은 새궁은 복측지체로서 기새골과 각새골을 연결한다. 본 종에서는 제 1~제 3하새골은 분리된 채로, 제 4하새골은 각새골과 융합된 상태로 존재하였다. 하새골은 각새골과 함께 새궁의 하지(lower limb)를 형성하였다.

인두새골(pharyngobranchial, PHB)은 인두새강(pharyngobranchial cavity)의 배측에 위치하며 인두골과 마주보게 되고 분리된 상태로는 2쌍만 나타나나 원래 4쌍이던 것이 융합된 것으로 추론된 인두새골 자체는 치관이 되며 이곳에는 단생치(acrodont)가 부착되어 있었다.

제 5 각새골에 해당하는 인두골(pharyngeal, PH)은 인두치(pharyngeal teeth, PHT)를 갖는 새궁의 진피성골이다. 본 종에서는 약 3열의 인두치가 인두골에 부착되어 있었으며 치아의 크기는 상이하였다.

새파(gill raker, GR; branchioctenia; branchiospinae)의 수는 평균 10개(8~12)였고, 이들은 각새골 및 상새골에 부착되어 있었다. 물고기 새파의 수 및 형태는 종의 식성과 연관이 있다(Magnuson and Heitz, 1971). 비교적 적은 수의 새파를 갖는 종은 육식성으로 알려져 있다

**Fig. 14.** Unfolded dorsal view of the branchial region. Bar, 0.3 mm.

**Table 10.** The elements of vertebrae and ribs

Demal bone
dorsal rib (DR, 외늑골, unpaired)
hemal spine (HS, 혈관극, unpaired)
neural spine (NS, 신경극, unpaired)
ventral rib (VR, 배늑골, unpaired)
vertebra (V, 추골, unpaired)

며, 본 종도 육식성임을 감안할 때 적은 새파의 수와 육식성은 좋은 상관관계를 지님을 알 수 있었다.

## 2) 척추 및 늑골

척추(vertebral column)와 늑골(rib)의 구성골은 Table 10과 같았다. 척추의 근간이 되는 척추골(vertebra, V)은 Fig. 15a에서 보는 바와 같이 체추(trunk vertebrae, TV)와 미추(caudal vertebrae, CV)로 구분된다. 체추와 미추의 두드러진 차이는 체추에는 복늑골과 배늑골이 연결되며 혈간극이 나타나지 않는 반면, 미추에는 늑골이 연결되지 않았고 신경극과 혈관극이 모두 침상으로 존재한다(Fig. 15b,c). 한편 신경극은 체추와 미추에 공존하였으며 체추의 중반 이후와 미추의 것은 침상이나 체추 전반부의 것은 판상으로 나타났다. 추체(centrum) 중 미추(caudal vertebrae)는 각 추골별로 달리 불리기도 하여 제일 끝의 추골 즉 제 32추골은 ultimate vertebra(UV1, terminal vertebra)로 제 31추골은 penultimate vertebra(UV2, second preural vertebra)로 그리고 제 30추골은 antipenultimate vertebra(UV3, third preural vertebra)라 한다. 미추골 중 ultimate vertebra에는 신경극과 혈관극이 직접 연결되지 않았다. 추골 단면의 조직학적 형태는 Fig. 15d와 같았다. 전후로 연결된 추골을 측면에서 보면 매척추호의 뒤에는 다음 추골과의 틈에 배측으로부터 만입된 것과 유사한 소간극인 추간공(intervertebral foramen)이 존재하였다.

극상돌기(neurapophyses, NRP; spinous process)는 좌우의 척추호가 합입된 추골의 배측 중앙부로부터 선단까지 가늘고 긴 돌기체가 배후방으로 경사지게 돌출하여 이루어졌으며 신경극

의 기부가 된다. 극상돌기의 좌우 기부에는 작은 홈이 중앙에 있고 기부 좌우에 1개씩의 소돌기가 있어 이를 전관절돌기(prezygapophyses, ZPE)라고 부른다. 제 1~제 3추골의 극상돌기는 편평한 타원형의 판상으로서 돌기체가 대체로 짧다. 특히 제 1추골에는 큰 호가 형성되어 두개부에서 연결된 척수가 용이하게 통과할 수 있다. 제 4추골 이후의 극상돌기는 길며 선단은 예리한 상태였다.

신경극(neural spine; NS)은 극상돌기와 구분하지 않기도 하나 실제극상돌기와 분리되어지기 때문에 이를 구분하였다. 신경극의 수는 추체의 수와 대체로 일치하나 제 1추골과 미추의 형태 변형이 나타나면 숫적인 차이가 나타나기도 한다. 본 종의 경우 신경극의 수는 추골의 수보다 1개가 적은 31개로 나타나는데 이미 미추골의 신경극이 상미척골로 분화되었기 때문인 것으로 여겨진다.

일명 늑골돌기라고도 하는 측돌기(parapophyses, PRP)는 제 2~제 13 추골의 추체 측면에서 후배측으로 신장되어 추호에 달하며 복늑골이 관절되는 곳이기도 하다.

혈관호(hemapophyses, HMP; 혈관궁, hemal arch)은 제 14추골 이하의 양측돌기가 안쪽으로 만곡하여 좌우의 것이 하나가 됨에 따라 형성된 구멍으로서 복대동맥이 이곳을 통과한다. 혈관호는 간단히 만곡된 측돌기를 말하며 양 측돌기가 유합되어 생겨난 구멍을 혈관공(hemal pore)이라 한다. 실제 혈관공을 가진 추골은 제 14추골 이후의 미추(caudal vertebrae) 뿐이었다.

혈관극(hemal spine, HS; haemal spine; hemal process; transverse process)은 제 14추골 이후의 미추 혈관호에 복후방으로 결합된 극상돌기이다. 제 14추골의 혈관극은 혈관호의 아래쪽 끝이 유합되어 짧은 침상으로 나타나지만 후방으로 갈수록 길어지며 제 17~제 30추골에 연결된 혈관극의 길이는 거의 유사하였다.

배늑골(dorsal rib, DR; 상늑골 또는 외늑골, epipleural rib)은 추체와 직접 관절하지 않고 복늑골에 덧붙은 양상으로서 송사리목의 일부 물고기(Parenti, 1981; Yabumoto and Uyeno, 1984) 및 대구류(Knorr, 1980)와 유사하였다. 본

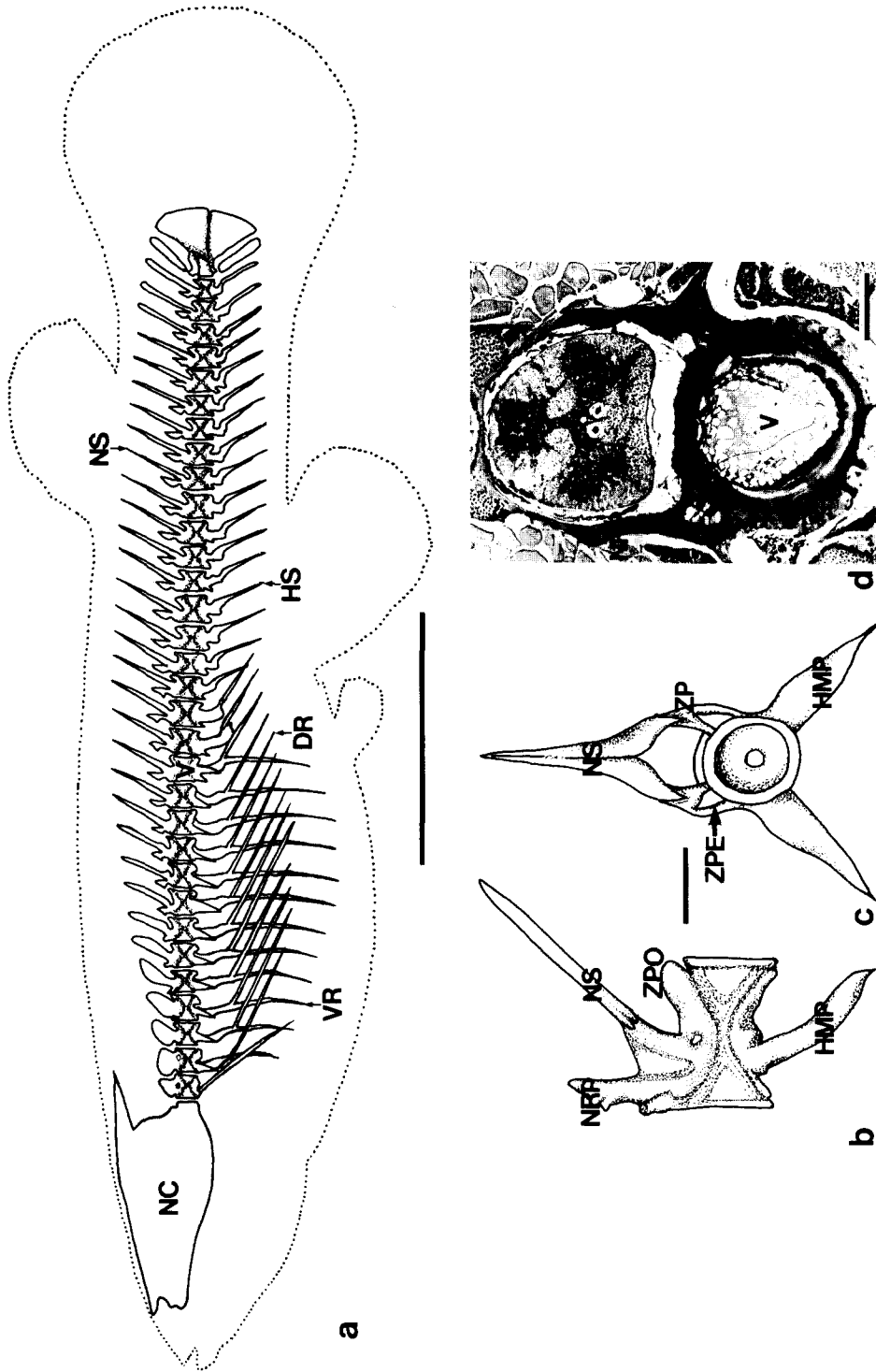


Fig. 15. Lateral view of the vertebral columns and ribs(a). Bar, 5 mm. Lateral(b) and anterior(c) views of 8th vertebra. Bar, 0.2 mm. Microphotograph(d) of cross-sectioned trunk vertebra. Bar, 50  $\mu$ m.

종의 배늑골 수는 평균 14개로서(11~15)복늑골보다 2개 가량 더 많은데 이는 제 1추골과 제 14추골에도 배늑골이 연결되었기 때문이다. 근간골(intermuscular bone; intermuscular rib)에 속하는 배늑골은 체측근의 근절 사이에 복늑골보다 가늘고 긴 침상골이 배후방으로 뻗어 있는 상태로서 원래 근절사이에 있던 결합조직의 일부가 골화된 것이다. 그러나 근간골과 epineural 및 상늑골이 존재하는 뱀장어류의 근간골의 존재양상(Castle and Paxton, 1984)과 비교하면 뚜렷한 차이가 있기 때문에 근간골로 호칭하기에는 무리가 있다. 본 종의 배늑골이 추체와 결합된 방식은 대구류(Knorr, 1980)의 경우와 유사하였다.

복늑골(ventral rib, VR; 늑골, pleural rib)은 추골의 측돌기와 비교적 넓은 편평면이 관절되는데 늑골의 끝으로 갈수록 가늘어지며 복부의 복측근과 복부용골근 사이를 통하여 만곡하였고 복측 하단 근절 부위에서 매듭지어지는 가늘고 긴 침상골이었다. 따라서 이 복늑골은 제 2추골로부터 제 13추골까지 평균 12쌍이 복부좌우에 존재한다. 제 1추골에는 복늑골이 없고 배늑골이 직접 관절된다. 복늑골의 길이는 12쌍의 복늑골 중 제 6~제 9복늑골이 가장 길어 복측중심선까지 근접하나 제 6복늑골 앞의 5쌍은 앞으로 갈수록, 제 9복늑골 뒤의 3쌍의 뒤로 갈수록 짧아진다(Fig. 15a). 이와 같은 양상은 송사리류에서 통상 관찰된다(Kulkarni, 1948).

## 2. 부속지 골격

물고기의 부속지골격(appendicular skeleton)은 중추골격 이외의 복합적인 골격구성체로서 사지류의 사지(forelimb and hindlimb)와 상동체인 흉대와 요대 및 물고기에서 특수하게 분화된 체측면 상의 지느러미들(median fins)이다. 각 지느러미들의 구성골과 형태 및 위치와 성장에 따른 분화 양상은 다음과 같았다.

### 1) 흉대 및 가슴지느러미

흉대(pectoral girdle; 견대, shoulder girdle)는 부속지 중 가장 복잡한 골격복합체로서 가슴지느러미(pectoral fin, PCF)를 몸통에 결합시키고

지지하며 아가미의 뒷쪽 받침이 되는 한편 몸통의 앞부분을 지지한다(Fig. 16). 물고기에는 목이 없기 때문에 채강과 두부틀 흉대가 직접 연결되거나 흉대 자체가 두부의 일부는 아니다. 한편 사지동물에서는 앞다리를 지지하는 견대가 물고기의 흉대와 상동기관이다. 흉대 및 가슴지느러미의 구성골은 Table 11과 같았다.

오혜골(coracoid, CO)은 가슴지느러미와 설근의 부착점으로 제공되는 연골성골로서 배측에 견갑골이 연결되며 후측에는 기골이 관절되고 전단의 일부는 의쇄골의 후측으로 향한 협곡 내에 위치하였다. 이 협곡내로 들어간 오혜골의 일부는 골화가 지연되며 중간에 틈이 부분적으로 형성되는데 이를 coraco-cleithral fenestra(CCF)라고 부른다. 과거에는 견갑골을 오혜골과 동일한 골로 보고 견갑골은 hypercoracoid로 오혜골은 hypocoracoid로 지칭한 적이 있으나(Shufeldt, 1889) 오혜골과 견갑골은 개별적인 단위골로서 기능적 차이를 나타내므로 현재는 별개의 단위골로 구분하고 있다(Brousseau, 1976a).

방사기골(근담기골, proximal radial, PR; actinost; pterygiophore)은 견갑골과 오혜골의 후연에 1개는 견갑골, 3개는 오혜골에 관절된 연골성골로서 중심기조를 지지한다.

견갑골(scapula, SCA)은 가슴지느러미의 기초가 연결된 기골에 접한 마름모꼴의 연골성골로서 전면은 의쇄골에, 아랫면은 오혜골에 둘러싸이고 뒤에는 일부 기골과 관절되는 한편 기초 중 일부에도 직접 연결된다. 본 종의 견갑골의 중앙에는 난원형의 견갑골공(scapular foramen, SCAF)이 존재하였다.

원담기골(원심성연골, distal cartilage, DC; distal radical, DR)은 기골과 기초의 사이에 위치하여 양 구성골의 관절운동을 원활하게 해주는 연골이다.

의쇄골(cleithrum, CL)은 낫모양의 진피성골로서 흉대에서 가장 큰 구성골이며 사지류의 쇄골(clavicle)과 상동체이다. 배측에 상의쇄골이 위치하며 후측에는 견갑골과 오혜골이 있는데 의쇄골은 이 두 구성골의 앞부분을 내외측에서 둘러싸고 두골부에는 직접 연결되지 않았고 일

**Table 11.** The elements of pectoral girdle and fin

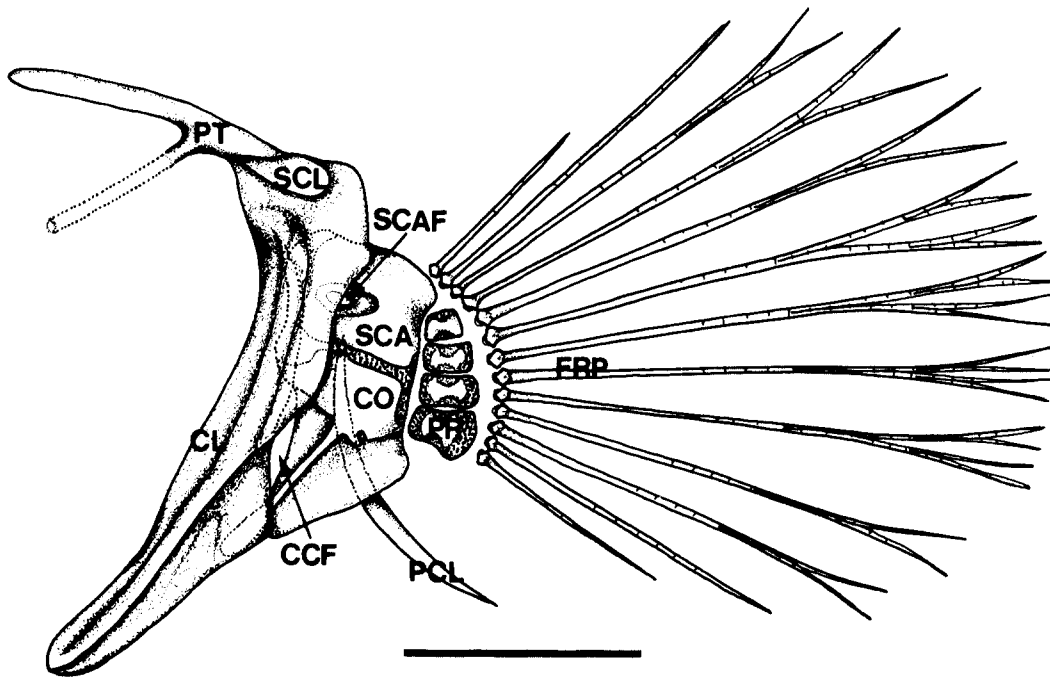
Cartilage	
distal cartilage (DC, 원담기골, paired)	
Cartilaginous bone	
coracoid (CO, 오채골, paired)	
proximal radial (PR, 방사기골, paired)	
scapula (SCA, 견갑골, paired)	
Dermal bone	
cleithrum (CL, 의쇄골, paired)	
pectoral fin ray (FRP, 향기조, paired)	
postcleithrum (PCL, 후의쇄골, paired)	
posttemporal (PT, 후측두골, paired)	
supracleithrum (SCL, 상의쇄골, paired)	

편의 아가미 뚜껍에 의하여 덮혀 있다. 이때 의쇄골은 새강의 뒷벽이 되며 아가미뚜껍의 지주대 역할을 갖는다. 한편 의쇄골은 막성골로서 뒷부분에 협골을 형성하며 아가미, 혀 및 체측근의 부착 부위로 제공된다(Brousseau, 1976b). 향기조(pectoral fin ray, FRP)는 평균 13개

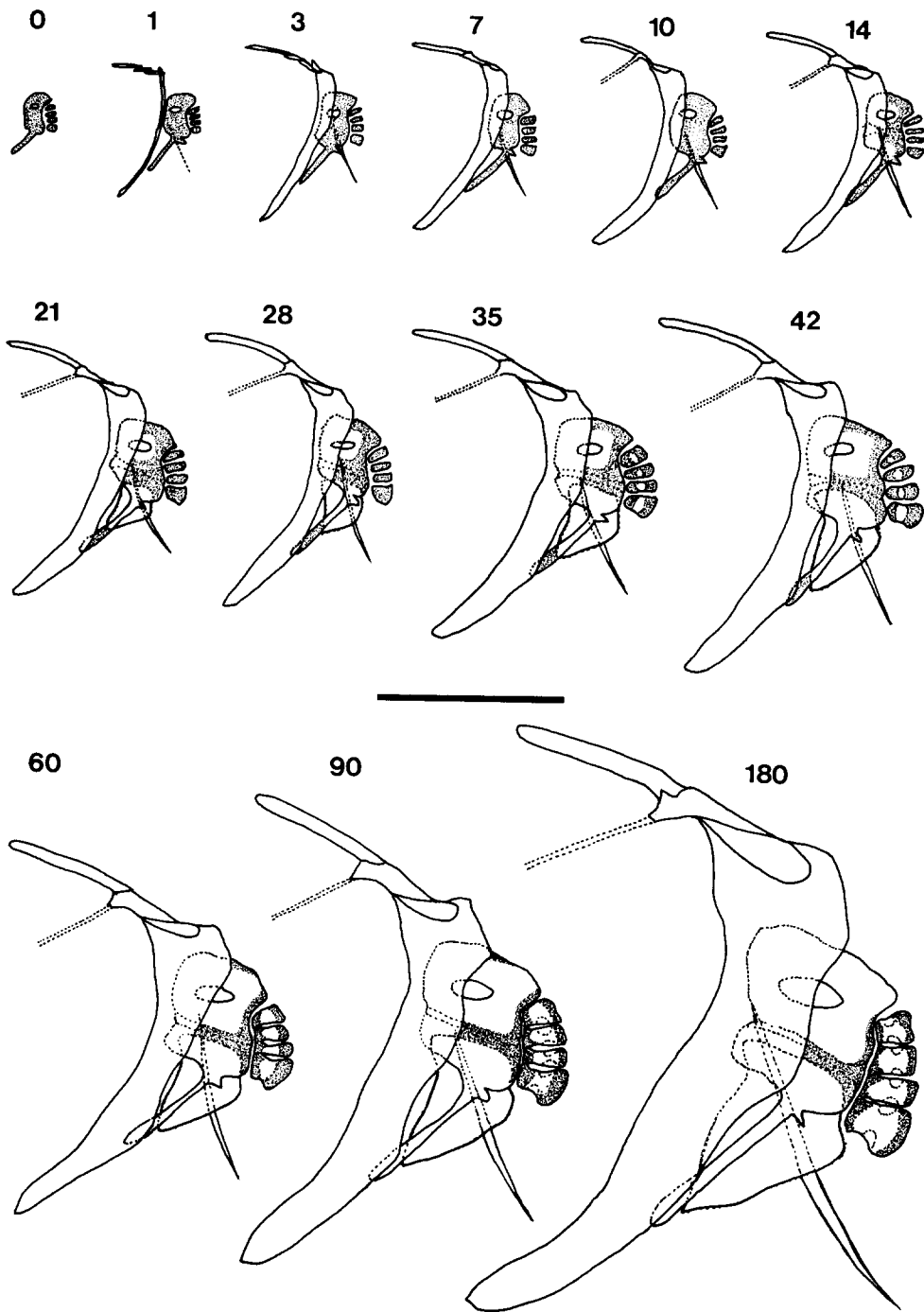
(11~14)로서 모두 연조이었다. 이 중 7~8개의 중심기조는 기골의 받침을 받았으며, 말단은 분지되어 있었다. 중심부에서 외측으로 갈수록 기조의 길이는 점차 짧아지며 말단은 미분지 상태로 남는다. 각 기조의 첨단은 연속적으로 연결되어 엽상으로 존재하였으며 경조(spine)는 존재하지 않았다.

의쇄골과 견갑골 및 오채골의 내측에 위치하는 후의쇄골(postcleithrum, PCL)은 진피성골로서 제 1늑골의 바로 앞에서 의쇄골의 중심축에 대하여 거의 직각되게 놓여 있었다. 본 종의 후의쇄골은 그 크기가 작고 단순한 칩상이었다. 이는 경골어류 중 가장 진화된 농어목(Perciformes)에서 나타난 판상 또는 봉상(Dineen and Stokely, 1956)에 비교하면 상당히 대조적이었다.

후측두골(posttemporal, PT; 상견갑골, suprascapular; 제 1 상의쇄골, supraclavicle I; 상쇄골, supraclavicle)은 뇌두개의 상이골과 외후



**Fig. 16.** Lateral view of pectoral girdle and fin. Bar, 1 mm.



**Fig. 17.** Morphological differentiation of pectoral girdle. Coraco-cleithral fenestra was appeared 3 days after hatching, and a bony plate of coracoid had been formed 14 days after hatching. Clear area indicates alizarin red S stained region and stippled portion represents alcian blue stained region. Fin rays are omitted. Arabic numerals indicate age(day) of fish. Bar, 1 mm.



뇌두개와 흉대를 연결한다.

상의쇄골(supracleithrum, SCL; hypercleithrum; 외쇄골, epiclavicle)은 곤봉 모양의 진피성골로서 후측두골의 후측 내편, 외쇄골의 배측 외편에 부착되어 양구성골을 연결하고 있었다.

흉대의 분화양상은 대체로 Fig. 17과 같았다. 구성 단위골은 연골성골과 연골 및 진피성골로서 이들의 골화는 현저한 차이를 나타냈다. 부화직후의 자어(평균 전장 약 5.9mm)인 경우 지느러미의 형태는 갖추었으나 경골화되지 않은 상태였다. 이때 구성단위골 중 연골성골은 견갑골과 오혜골 및 방사기골만이 연골상태로 관찰되었으며 이때 견갑골과 오혜골은 융합된 상태였다. 원담기골은 계속 연골상태로 나타나며 성체가 되어도 여전히 경골화하지 않아 어느 시기에든 계수가 가능하였다. 부화직후의 진피성골은 골화진전이 불충분한 상태이므로 뚜렷한 윤곽의 식별이 어려웠고, 따라서 기초의 정확한 계수는 곤란하였다.

연골성골의 경골화는 구성단위골의 중앙부분부터 시작되었다. 견갑골의 골화는 견갑골공(scapular foramen, SCAF)의 가장자리로부터 시작되었으며, 오혜골과 방사기골도 중심부로부터 골화되었다. 경골화시작 시기에는 연골성골의 윤곽이 뚜렷해졌고, 특히 부화 후 10일 경부터 견갑골과 오혜골은 관절성 연골에 의하여 융합되어 있던 두 구성골의 윤곽이 뚜렷해져 분리된 단위골임을 확인할 수 있었다. 부화직후에 연골상태이던 단위골은 부화 후 10일자 자어(전장 평균 약 8.6mm)로부터 골화가 시작되어 14일자 자어(전장 평균 약 9.3mm)에서 견갑골과 오혜골이 현저히 골화된 후 골화진전이 계속되어 35일자의 유어(전장 평균 약 13.4mm)가 되면 성체와 유사한 양상으로 나타났다.

진피성골의 골화는 부화 후 1일자 자어(전장 평균 약 6.2mm)로부터 시작되었다. 최초로 후측두골, 외쇄골 및 상의쇄골이 침상으로 나타나 이래 계속 골화가 진전되어 점차 판상으로 바뀌며 7일자(전장 평균 약 7.9mm) 개체로부터 골화가 급진전되어, 14일자 자어 이후에는 성체에서 볼 수 있는 유사한 형태를 나타냈다. 6개월된

성체(전장 평균 약 28.5mm)의 흉대는 Fig. 16과 같았다. 이 시기에 흉대의 구성골 중 진피성골은 대부분 경골화되었으나 후측두골의 두 갈래 관상구조물 중 흉대와 외이골 간에 연결된 복측관은 경골화되지 않은 채로 남았다. 연골성골은 대부분의 구성단위골이 경골화하나 견갑골과 오혜골 및 방사기골의 전후 관절면, 그리고 견갑골과 오혜골 사이의 연접부위에는 연골질이 남아 관절을 형성하였다.

2) 요대 및 배지느러미

요대(pelvic girdle, PVG)는 사지동물의 골반골과 상동성을 가진 짝지는 부속지로서 앞부분이 뾰족하고 긴 삼각형의 연골성골이며 배지느러미(pelvic fin, PVF)의 받침이 된다(Fig. 18). 요대의 구성골은 Table 12와 같았다.

담기골(기골, pterygiophore, PTG; 기저골, basipterygium; pelvic bone)은 앞끝이 뾰족한 반면 뒷쪽이 넓었다. 담기골의 판상면은 체축과 평행되고 길게 형성된 돌기체를 중심으로 형성되며 성장에 따라 넓어진다.

요대의 기초(pelvic fin ray, FRV)는 원담기골 없이 담기골에 직접 접하며, 후방으로 뻗어나간 6쌍의 진피성골로서 말단이 분지하는 기초 및 분지하지 않는 기초로 구성되었다.

요대 및 배지느러미의 분화는 5가지 지느러미 중 가장 늦었다. 지느러미 원기의 외형은 대체로 부화 후 1개월부터 나타나며 복측근 내의 담

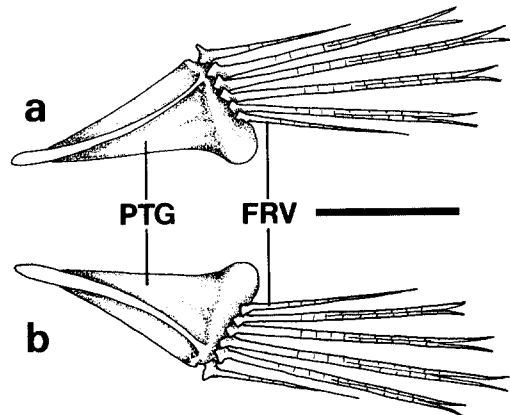


Fig. 18. Ventral view of pelvic girdle and fin. a) Left side. b) Right side. Bar, 0.5mm.

**Table 12.** The elements of pelvic girdle and fin

Cartilaginous bone
pterygiophore (PTG, 담기골, paired)
Dermal bone
pelvic fin ray (FRV, 복기조, paired)

기골은 부화 후 3주된 자어로부터 나타났다. 이 시기에 담기골의 원기는 연골성골이 L자형으로 나타나기 시작하였다. 1개월된 유어의 배지느러미는 엽상기조(lepidotrichia)로 나타났으며 골화가 진전되어 부화 후 35일 경에야 기조수를 셀 수 있었고, 3개월 경이 되어야 기조의 말단이 분지하기 시작하여 성체의 배지느러미 형태와 유사하게 되었다. 기골의 골화는 기조수 확인이 가능한 35일 경부터 시작되며 최초 L자형의 침상골은 골질이 축적되어짐에 따라 점차 확장되어 긴 삼각형으로 분화되었다.

### 3) 등지느러미

등지느러미(dorsal fin, DF)의 근담기골은 제 19~제 25 경추골에 결합된 신경극간 또는 배측에 놓여 있었다(Fig. 19a). 등지느러미의 구성골은 두골 그리고 흉대의 상의쇄골에 부착됨으로서 Table 13과 같았다.

본 종의 등지느러미에 존재하는 담기골의 분절양상과 담기골과 기조간의 관절방식은 Fig. 20에 묘사하였다.

원담기골(distal cartilage, DC; distal radial)은 평균 7개였으며 연골로서 중담기골과 기조간에 위치하였다.

중담기골(median segment of pterygiophore, MSP; 중간분절, median radial)은 평균 8개(7~9)로서 둔기조기골근에 둘러싸이며 좌우 복측용골근 사이에 묻혀 있는 연골성골이었다. 이 단위골은 복측의 근담기골과 관절되며, 후측에 원담기골이 놓여 있어 원담기골과 함께 담기골과 기조간의 가동축이 되고 있었다.

근담기골(기부분절, proximal segment, PSP; proximal radial)은 극간골에 상당하는 침상 내지 시상의 연골성골로서 평균 8개였으며 체축에 대하여 전하방으로 비스듬하게 배측용골근간에

박혀 있는 담기골의 중심체이다.

등지느러미의 기조(dorsal fin ray, FRD)에는 경조(spine)가 없으며 평균 9개(8~10)의 연조(진피조)로서 제 1 및 제 9기조 이외의 모든 기조의 말단이 분지된 상태였다.

등지느러미는 부화시 이미 형태를 갖추고 있으나 담기골과 기조가 모두 골화되지 않은 상태였다. 등지느러미는 성장과정에 따라 골질과 단위구성골의 형태적인 분화에 있어 현저한 변화를 보인다. 기조의 골화는 부화후 2일부터 시작되었으며, 근담기골과 중담기골은 부화직후 융합되어 있다가 10일 및 6주후부터 각 연골성 단위구성골의 중심부로부터 골화가 진전되어 부화후 8주 경에는 연골성골의 관절면과 원담기골만 연골로 남고 이외의 모든 부위는 경골화되었다.

기조와 담기골은 지느러미 전후 부위에 있는 단위 구성골의 골화 진전에 따라 1개 이내의 증가를 나타냈다. 이는 새로운 단위 구성골의 골화 진전에 따라 1개 이내의 증가를 나타냈다. 이는 새로운 단위구성골의 출현이라기보다 원래 존재하던 경골성 결합조직에 골질 축적이 이루어져 지느러미 전후의 단위구성골이 식별된 것으로 여겨진다.

### 4) 뒷지느러미

뒷지느러미(anal fin, AF)의 구성골의 수와 크기는 등지느러미와 차이가 있으나 구성골의 종류(Table 13) 및 관절방식은 거의 동일하였다. 근담기골은 제 14~제 21 추골에 결합된 혈관극사이 또는 이들의 복측에 위치하였다(Fig. 19b).

원담기골은 평균 10개였다. 중담기골은 평균 11개의 연골성골이었으며, 가장 뒷편의 담기골을 제외한 다른 담기골의 형태는 등지느러미의

**Table 13.** The elements of dorsal and anal fins

Cartilage
distal cartilage (DC, 원담기골, unpaired)
Cartilaginous bone
median segment (MSP, 중담기골, unpaired)
proximal segment (PSP, 근담기골, unpaired)
Dermal bone
dorsal fin ray (FRD, 배기조, unpaired)

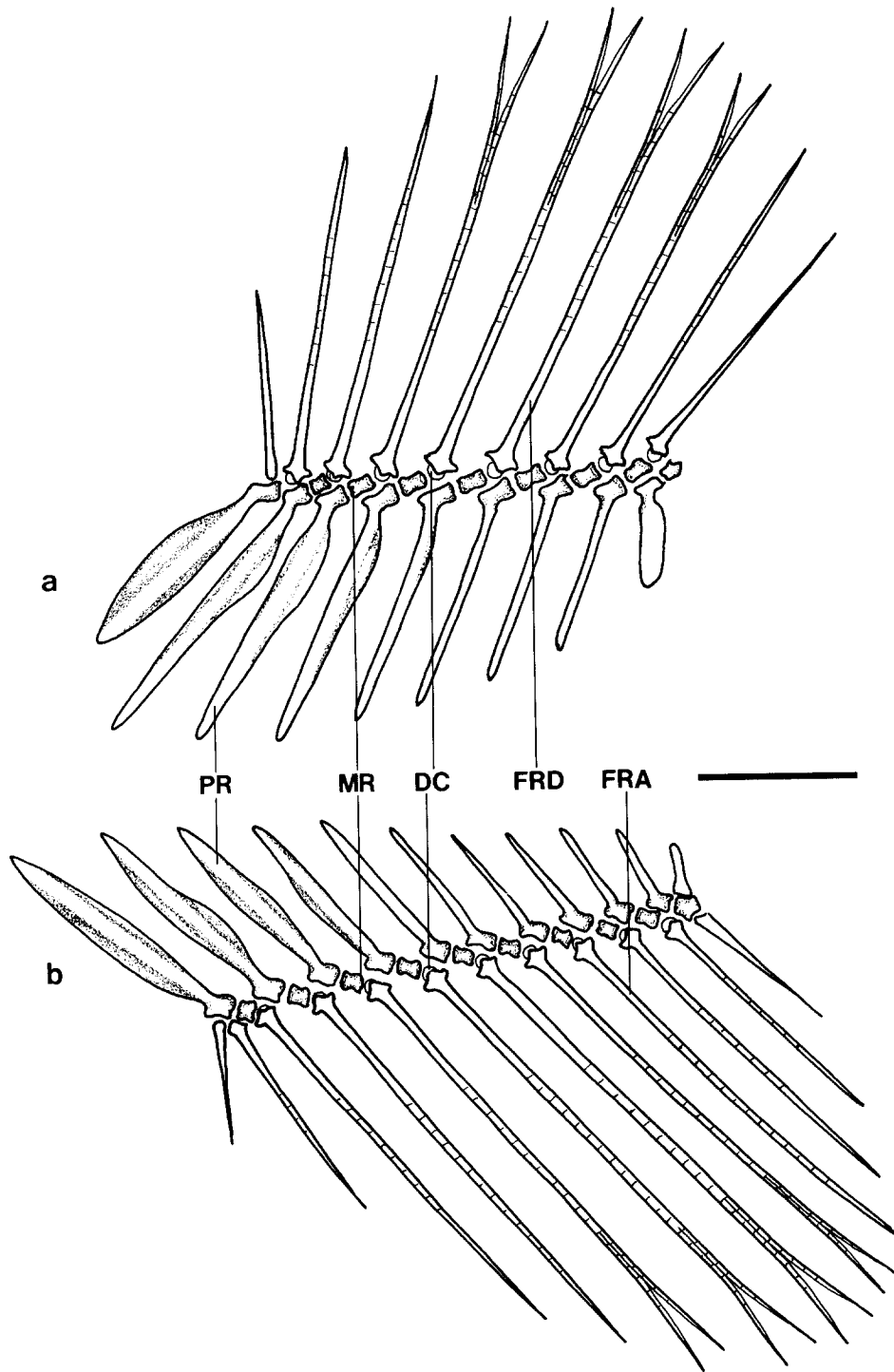


Fig. 19. Lateral view of median fins. a) Dorsal fin and pterygiophores. b) Anal fin and pterygiophores. Bar, 1mm.

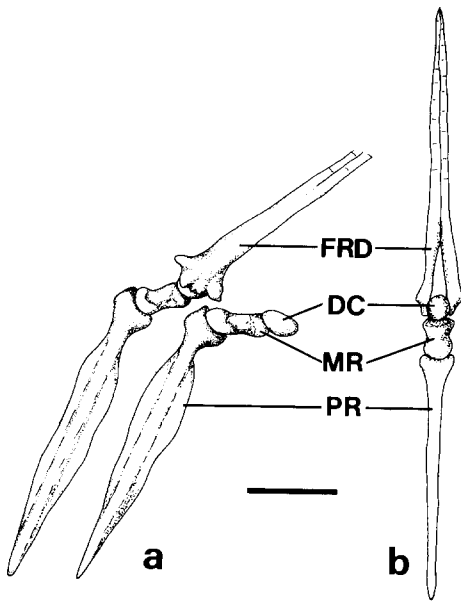


Fig. 20. Pterygiophores of the dorsal fin. a) Lateral view. b) Anterior view. Bar, 0.5mm.

경우와 유사하였다. 뒷지느러미의 후단 중담기골은 일반적인 중담기골의 형태와 다르며 근담기골과 유합되어 십자형으로 나타났다. 근담기골은 평균 11개의 연골성골로서 둔기조거골근에 둘러싸인 상태로 좌우의 복측 용골근 사이에 묻히며 근담기골의 체측 말단은 미추의 혈관극에 접하거나 혈관극 사이에 위치하였다. 근담기골의 길이는 후방으로 갈수록 짧아지며 전방의 4~5개는 시상이며 후방의 것들은 침상으로 나타났다. 뒷지느러미의 기조(anal fin ray, FRA)수는 평균 12개였으며 제 1기조와 제 12기조는 짧고 가늘며 말단은 분지되지 않았으나 그 외의 기조는 말단이 분지되었고, 분지양상은 다른 지느러미의 경우와 유사하였다.

##### 5) 꼬리지느러미

꼬리지느러미(caudal fin, CF)는 전형적인 원형(round)의 정미(homocercal)였다(Fig. 21). 이들의 구성골은 Table 14와 같았다.

상미추골(epural, EP)과 하미추골(parhypural, PHP)은 미추골(ultimate vertebra)의 배측과 복측에 위치하였으며, 미추골(hypural)과 최후단 신경극 및 혈관극 간에 약 45° 경사지게 놓인 봉

상의 연골성골이었다. 상미추골과 하미추골은 신경극 및 혈관극과 혼동하기 쉬우나 그 끝이 침에 하지 않았고 미추골과 직접 결합되어 있지 않은 점이 특이하므로 구분이 용이하다. 상미추골과 하미추골의 폭과 길이 및 수는 종에 따라 다양하게 나타난다(Zehren, 1987). 본 종의 경우에는 앞의 단위골들이 성장과정 중 2차적인 골화 진전에 따라 둘 이상인 경우가 나타나기도 하나, 부분적으로 유합되어 나중에는 각각 하나씩 남게 된다.

미추골(hypural, HP)은 미추골의 후면에 부동관절로 결합된 부채꼴 모양의 두터운 판상골로서 2엽으로 분리된 상태로 관찰되었다. 대체로 물고기의 미추골은 숫적, 형태적으로 다양하여 봉상 내지 판상 골편이 8개 이상까지 나타나며, 이때 일련번호의 부여는 미추골에서 분지된 가장 하측 전방의 골편으로부터 후상방으로 가며 부여된다. 본 종에서는 2개의 골편만 나타나 송사리류에서의 골격형태가 단순해지는 경향(Greenwood *et al.*, 1966)과 일치하였으며, 이는 미추골의 수가 많고 일양하지 않은 종과 비교하면 대조적이었다. 미추골의 후연은 성체에서도 연골로 남아 꼬리지느러미의 중심기조 10여개를 받침으로써 다른 지느러미에서 볼 수 있는 원담기골 역할을 대행하였다. 미추골의 골화는 미추골이 골화된 후 3~5일 이후 미추골과 결합된 부위로부터 시작되었고, 그 양상은 후방으로 동심원적인 진전을 나타내어 성체가 되면 후연을 제외한 나머지 부위가 경골화된다.

미기조(caudal fin ray, FRC)는 평균 30개였으며 미추골과 상, 하미추골의 지지를 받는 분지된 기조(bifurcated ray, BFR; 중심미기조, principal caudal ray)는 16~18개였고 그밖의 기

Table 14. The elements of caudal fin

Cartilaginous bone	
epural (EP, 상미추골, unpaired)	
hypural (HP, 미추골, unpaired)	
parhypural (PHP, 하미추골, unpaired)	
Dermal bone	
caudal fin ray (FRC, 미기조, unpaired)	
uroneural (UN, 미신경골, unpaired)	

조는 미병부의 뚜렷한 지지기반이 없는 미분지 기조(부수적 기조, accessory ray, ACR; procurrent ray; secondary caudal ray)였다. 최근에는 미기조의 insertion formula(분지된 기조수+미분지 기조수)도 분류형질로 활용되고 있다 (Liew, 1986).

미신경골(uroneural, UN)은 미추골의 배측 신경호가 나타날 위치에서 분화되는 진피성골로서 부화직후에는 형태식별이 안되나 부화후 2일 경부터 삼각형의 돌기체 상태로 관찰되며 4주 이상된 개체에서는 미추에 위치한 척수를 감쌀 정

도로 커지며 좌우측으로 개구된 소공(foramen minor)은 성장과 병행하여 분화가 진전되었다.

점박이송사리의 5가지 부속지는 대체로 가슴지느러미, 꼬리지느러미, 등지느러미 및 뒷지느러미 그리고 배지느러미의 순으로 골화되었으며 각 부속지의 단위구성골은 진피성골이 먼저 골화되고 연골성골은 나중에 골화되는 경향을 나타냈다.

이상의 골격계에 관한 해부학적 정보는 본 종의 생물학적 특성을 이해하고 이들을 실험동물로 활용하는데 기본적인 자료가 될 것이다.

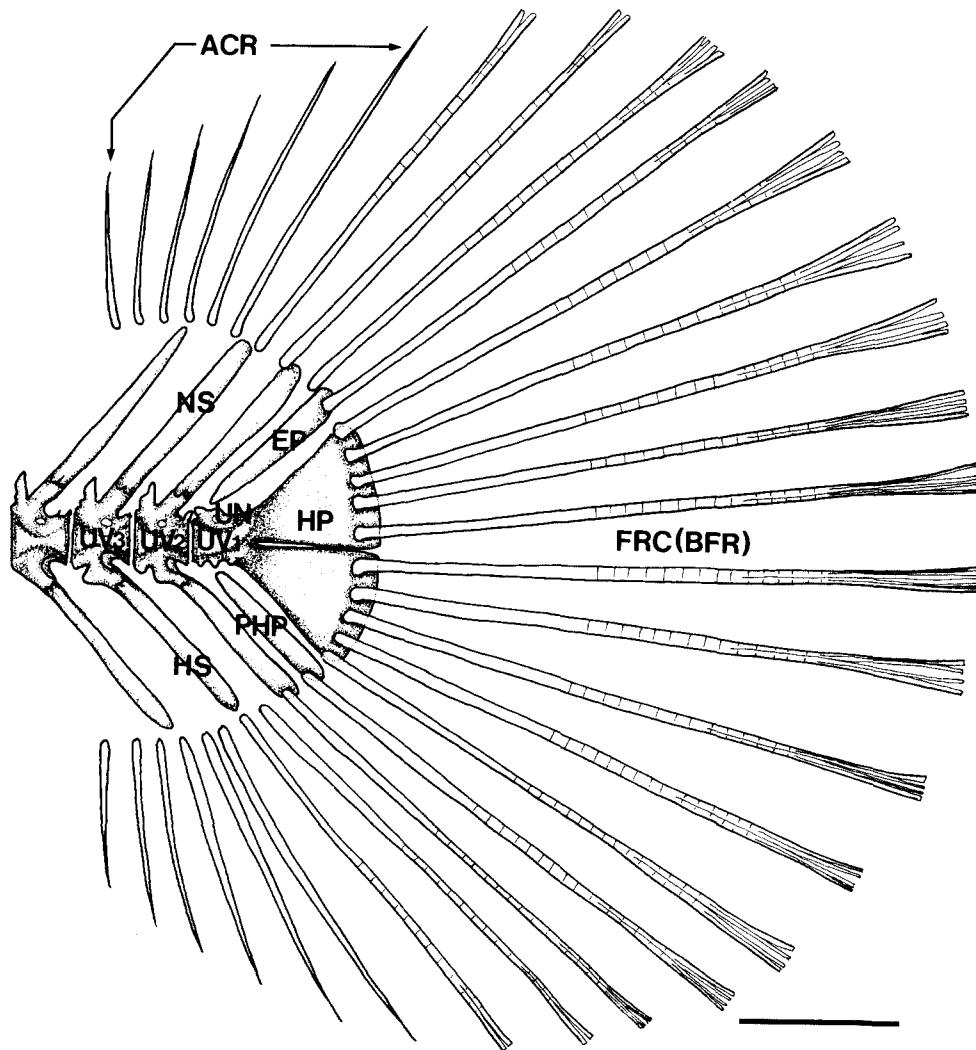


Fig. 21. Lateral view of caudal fin. Numbers of bifurcated caudal rays were 16~18, and numbers of accessory caudal rays were counted to be 12~14. Uroneural is fused with two hypurals in adult. Bar, 1 mm.

## 감사의 글

점박이송사리 사육을 위하여 함께 노력해 준 김동수 박사(현 부산수산대 생물공학과), 신철철 박사(현 화학연구소 안전성 연구실) 그리고 박인석(현 한국해양연구소 생물연구실) 선생께 감사드린다. 아울러 점박이송사리의 외형(Fig. 1a)을 그려주신 아카데미서적의 김흥기 화백께도 감사드린다.

## 인용문헌

- Abel, D. C., C. C. Koenig, and W. P. Davis, 1987. Emersion in the mangrove forest fish *Rivulus marmoratus*: a unique response to hydrogen sulfide. *Environ. Biol. Fish.* **18**:67-72.
- Ali, M. A., M. A. Klyne, E.-H. Park, and S.-H. Lee, 1988a. Structural changes in retinal pigmented epithelium of *Rivulus marmoratus* Poey embryos during development. *Anat. Embryol.* **177**:451-457.
- Ali, M. A., M. A. Klyne, E.-H. Park, and S.-H. Lee, 1988b. Pineal and retinal photoreceptors in embryonic *Rivulus marmoratus* Poey. *Anat. Anz.* **167**:359-369.
- Ali, M. A., M. A. Klyne, E.-H. Park, and S.-H. Lee, 1989. Structure of the external retina of the oviparous hermaphroditic fish *Rivulus marmoratus* Poey. *Anat. Anz.* **168**:7-16.
- Allis, E. P. Jr., 1897. The cranial muscles and cranial and first spinal nerves in *Amia calva*. *J. Morphol.* **12**:487-779.
- Allis, E. P. Jr., 1898. On the morphology of certain of the bones of the cheek and snout of *Amia calva*. *J. Morphol.* **14**:425-468.
- Anderson, M. E. and C. L. Hubbs, 1981. Redescription and osteology of the northeastern Pacific fish *Derepodichthys alepidotus* (Zoarcidae). *Copeia* **1981**:341-352.
- Blair, C. B. Jr. and W. N. Brown, 1961. The osteology of the red eye bass, *Micropterus coosae* (Hubbs and Bailey). *J. Morphol.* **88**:19-36.
- Brousseau, R. A., 1976a. The pectoral anatomy of selected Ostariophysi. I. The Characiformes. *J. Morphol.* **148**:89-136.
- Brousseau, R. A., 1976b. The pectoral anatomy of selected Ostariophysi. II. The Cypriniformes and Siluriformes. *J. Morphol.* **150**:79-116.
- Casciotta, G. R., 1987. *Crenicichla celidochilus* n. sp. from Uruguay and a multivariate analysis of the lacustris group (Perciformes, Cichlidae). *Copeia* **1987**:883-891.
- Castle, P. H. J. and J. R. Paxton, 1984. A new genus and species of luminescent eel (Pisces: Congridae) from the Arafura Sea, northern Australia. *Copeia* **1984**:72-81.
- Cavender, T. M., 1980. Systematics of *Salvelinus* from the north Pacific basin, In: Charrs, Salmonid Fishes of the Genus *Salvelinus* (Balon, E. K., ed.), Dr. W. Junk bv Publishers, Hague, pp. 295-322.
- Chapman, W. M., 1942. The osteology and relationships of the osmerid fishes. *J. Morphol.* **69**:279-301.
- Chapman, W. M., 1944. The osteology of the Pacific deep-bodied anchovy, *Anchoa compressa*. *J. Morphol.* **74**:311-329.
- Chung, S.-C., 1970. Age and growth of the yellow croaker, *Pseudosciaena manchurica* Jordan et Thompson, in the western coastal waters of Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.* **3**:154-160.
- Collette, B. B. and J. L. Russo, 1984. Morphology, systematics, and biology of the Spanish mackerels (*Scomberomorus*, Scombridae). *Fish. Bull.* **82**:545-692.
- Dentry, W. and C. C. Lindsey, 1978. Vertebral variation in zebrafish (*Brachydanio rerio*) related to the prefertilization temperature history of their parents. *Can. J. Zool.* **56**:280-283.
- Dineen, C. F. and P. S. Stokely, 1956. The osteology of the Sacramento perch, *Archoplites interruptus* (Girard). *Copeia* **1956**:217-230.
- Fahy, W. E., 1978. The influence of temperature change on number of dorsal fin rays developing in *Fundulus majalis* (Walbaum). *J. Cons. Int. Explor. Mer.* **39**:104-109.
- Fitch, J. E. and L. W. Barker, 1972. The fish family Moridae in the eastern north Pacific with notes on morid otoliths, caudal skeleton, and the fossil records. *Fish. Bull.* **70**:565-584.
- Ford, E., 1937. Vertebral variation in teleostean fishes. *J. Mar. Biol. Assoc., U.K.* **22**:1-57.
- Fraser, T. H., 1968. Comparative osteology of the Atlantic snooks (Pisces, Centropomus). *Copeia* **1968**:433-460.
- Gosline, W. A., 1961. The perciform caudal skeleton. *Copeia* **1961**:265-270.
- Gosline, W. A., 1973. Functional Morphology and Classification of Teleostean Fishes, University Press of Hawaii, Honolulu.
- Gosline, W. A., 1987. Jaw structures and movements in higher teleostean fishes. *Japan. J. Ichthyol.* **34**:21-

- 32.
- Greenwood, P. H., D. E. Rosen, S. H. Weitzman, and G. W. Myers, 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *Bull. Amer. Mus. Nat. His.* **131**:341-455.
- Gregory, W. K., 1933. Fish skulls: a study of the evolution of natural mechanisms. *Trans. Amer. Phil. Soc.* **23**:75-481.
- Grizzle, J. M. and A. Thiyagarajah, 1987. Skin histology of *Rivulus ocellatus marmoratus*: apparent adaptation for aerial respiration. *Copeia* **1987**:237-240.
- Gushiken, S., 1988. Phylogenetic relationships of the perciform genera of the family Carangidae. *Japan. J. Ichthyol.* **34**:443-461.
- Harder, W., 1975. Anatomy of Fishes. Part I: Text, Part II: Figures and Plates, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Harrington, R. W. Jr., 1955. The osteocranium of the American cyprinid fish, *Notropis bifrenatus* with an annotated synonymy of teleost skull bones. *Copeia* **1955**:267-290.
- Harrington, R. W. Jr., 1961. Oviparous hermaphroditic fish with internal self-fertilization. *Science* **134**:1749-1750.
- Harrington, R. W. Jr., 1963. Twenty-four-hour rhythms of internal self-fertilization and oviposition by hermaphrodites of *Rivulus marmoratus*. *Physiol. Zool.* **36**:325-341.
- Harrington, R. W. Jr., 1967. Environmentally controlled induction of primary male gonochorists from eggs of the self-fertilizing hermaphroditic fish, *Rivulus marmoratus* Poey. *Biol. Bull.* **132**:174-199.
- Harrington, R. W. Jr., 1968. Delimitation of the thermolabile phenocritical period of sex determination and differentiation in the ontogeny of the normally hermaphroditic fish, *Rivulus marmoratus* Poey. *Physiol. Zool.* **41**:447-460.
- Harrington, R. W. Jr., 1971. How ecological and genetic factors interact to determine when self-fertilizing hermaphrodites of *Rivulus marmoratus* change into functional secondary males, with a reappraisal of the modes of intersexuality among fishes. *Copeia* **1971**:389-432.
- Harrington, R. W. Jr., 1975. Sex determination and differentiation among uniparental homozygotes of the hermaphroditic fish, *Rivulus marmoratus* (Cyprinodontidae, Atheriniformes), In: *Intersexuality in the Animal Kingdom* (Reinboth, R., ed.), Springer-Verlag, Berlin, pp. 249-262.
- Harrington, R. W. Jr. and R. A. Crossman, Jr., 1976. Temperature-induced meristic variation among three homozygous genotypes (clones) of the self-fertilizing fish *Rivulus marmoratus*. *Can. J. Zool.* **54**:1143-1155.
- Harrington, R. W. Jr. and K. D. Kallman, 1968. The homozygosity of clones of the self-fertilizing hermaphroditic fish, *Rivulus marmoratus* Poey (Cyprinodontidae, Atheriniformes). *Amer. Natural.* **102**:337-343.
- Harrington, R. W. Jr. and L. R. Rivas, 1958. The discovery in Florida of the cyprinodont fish, *Rivulus marmoratus*, with redescription and ecological notes. *Copeia* **1958**:125-130.
- Hensel, R., 1868. Beiträge zur Kenntnis der Wirbeltier von Südbrasilien. *Arch. Naturgesch.* **34**:323-375.
- Holmgren, N. and E. A. Stensiö, 1943. Studies on the head of fishes. IV. General morphology of the head. *Acta Zool.* **24**:1-188.
- Hosoya, K., 1986. Interrelationships of Gobioninae (Cyprinidae), In: *Indo-Pacific Fish Biology, Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes* (Uyeno, T., R. Arai, T. Taniuchi, and K. Matsuura, eds.), Ichthyol. Soc. Japan, Tokyo, pp. 484-501.
- Hubbs, C. L., 1919. A comparative study of the bones forming the opercular series of fishes. *J. Morphol.* **33**:61-71.
- Johnson, G. D., 1986. Scombroid phylogeny: an alternative hypothesis. *Bull. Mar. Sci.* **39**:1-41.
- Jollie, M., 1975. Development of the head skeleton and pectoral girdle in *Esox*. *J. Morphol.* **147**:61-88.
- Jollie, M., 1980. Development of head and pectoral girdle skeleton and scales in *Acipenser*. *Copeia* **1980**:226-249.
- Kallman, K. D. and R. W. Harrington, Jr., 1964. Evidence of the existence of homozygous clones in the self-fertilizing hermaphroditic fish, *Rivulus marmoratus* (Poey). *Biol. Bull.* **126**:101-114.
- Kang, Y. J., 1974. A study on the racial classification of Asian chum, *Oncorhynchus keta* (Walbaum) based on scale characteristics. *Bull. Korean Fish. Soc.* **7**:91-97.
- Karrer, C., 1984. Description of early stages of three species of Sparidae (Teleostomi, Perciformes) from the northwest African upwelling area. *Arch. Fisch. Wiss.* **35**:53-90.
- Kent, G. C., 1987. *Comparative Anatomy of the Vertebrates*, Times Mirror/Mosby College Publishing, St. Louis.
- Kim, I. S., 1984. The taxonomic study of gudgeons of the subfamily Gobioninae (Cyprinidae) in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.* **17**:436-448.
- Kim, I.-S. and E.-J. Kang, 1986. The osteology of *Moroco keumkang* Uchida (Pisces, Cyprinidae) in Korea. *Bull. Chunbug Natl. Univ., Nat. Sci. Ser.* **28**:381-400.

- Kim, I. S., G. Y. Lee, and S. Y. Yang, 1985. Systematic study of the subfamily Leuciscinae (Cyprinidae) from Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.* **18**:381-400.
- Kim, Y. U., 1972. Morphology of urohyal bones of Pleuronectidae fishes in Korean waters. *Bull. Korean Fish. Soc.* **5**:121-127.
- Knorr, G., 1980. Atlas zur Anatomie und Morphologie der Nutzfische. *Gadus morhua* Linnaeus, 1758, Verlag Paul Parey, Hamburg.
- Kulkarni, C. V., 1948. The osteology of Indian cyprinodonts. Part I. Comparative study of the head skeleton of *Aplocheilus*, *Oryzias* and *Horaichthys*. *Proc. Natl. Inst. Sci., India* **14**:65-119.
- Langille, R. M. and B. K. Hall, 1987. Development of the head skeleton of the Japanese medaka, *Oryzias latipes* (Teleostei). *J. Morphol.* **193**:135-158.
- Lauder, G. V., 1982. Patterns of evolution in the feeding mechanism of actinopterygian fishes. *Amer. Zool.* **22**:275-285.
- Leary, R. F., F. W. Allendorf, and K. L. Knudsen, 1983. Developmental stability and enzyme heterozygosity in rainbow trout. *Nature* **301**:71-72.
- Lee, C.-L. and I.-S. Kim, 1987a. A osteological study of the venus fish, *Aphyocypris chinensis* Günther (Cyprinidae) from Korea. *Korean J. Syst. Zool.* **3**:41-50.
- Lee, C.-L. and I.-S. Kim, 1987b. A osteological study of *Silurus microdorsalis* (Mori) (Siluridae, Siluriformes). *Korean J. Limnol.* **20**:129-137.
- Liem, K. F., 1967. A morphological study of *Luciocephalus pulcher*, with notes on gular elements in other recent teleosts. *J. Morphol.* **121**:103-134.
- Liem, K. F. and S. C. Sanderson, 1986. The pharyngeal jaw apparatus of labrid fishes: a functional morphological perspective. *J. Morphol.* **187**:143-158.
- Liew, H.-C., 1986. The identity of eleven species of larval flat fishes of Townsville, Australia, and use of a clustering method to identify two unknown types. *In: Indo-Pacific Fish Biology, Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes* (Uyeno, T., R. Arai., T. Taniuchi, and K. Matsuura, eds.). Ichthyol. Soc. Japan, Tokyo, pp. 715-727.
- Lindsey, C. C. and R. W. Harrington, 1972. Extreme vertebral variation induced by temperature in a homozygous clone of the self-fertilizing cyprinodontid fish *Rivulus marmoratus*. *Can. J. Zool.* **50**:733-744.
- Magnuson, J. J. and J. G. Heitz, 1971. Gill raker apparatus and food selectivity among mackerels, tunas, and dolphins. *Fish. Bull.* **69**:361-370.
- Massaro, E. J., J. C. Massaro, and R. W. Harrington, Jr., 1975. Biochemical comparison of genetically different homozygous clones (isogenic, uniparental lines) of the self-fertilizing fish *Rivulus marmoratus* Poey, *In: Isozymes* (Markert, C. M., ed.). Academic Press, London, Vol. 3, pp. 439-453.
- Matarese, A. C. and J. B. Marliave, 1982. Larval development of laboratory reared rosyslip sculpin, *Ascellichthys rhodorus* (Cottidae). *Fish. Bull.* **80**:345-355.
- Matsuura, Y. and N. T. Yoneda, 1987. Osteological development of the lophiid angelfish, *Lophius gastrophysus*. *Japan. J. Ichthyol.* **33**:360-367.
- McAllister, D. E., 1968. The evolution of branchiostegals and the classification of teleostome fishes, living and fossil. *Natn. Mus. Can. Bull. Biol. Ser.* **77**:1-239.
- Mohsin, A. K. M., 1978a. The osteology of the grey mullet *Liza subviridis* (Valenciennes). The branchiocranium, vertebral column and girdles. *Malayan Nat. J.* **31**:203-218.
- Mohsin, A. K. M., 1978b. The osteology of the grey mullet *Liza subviridis* (Valenciennes). The neurocranium. *Malayan Nat. J.* **32**:53-65.
- Mook, D., 1977. Larval and osteological development of the sheepshead, *Archosargus probatocephalus* (Pisces: Sparidae). *Copeia* **1977**:126-133.
- Myung, J. K. and Y. U. Kim, 1984. Morphology of larvae and juveniles of *Leiognathus nuchalis*. *Bull. Nat. Fish. Univ. Pusan* **24**:1-22.
- Nelson, G. J., 1970. The hyobranchial apparatus of teleostean fishes of the families Engraulidae and Chirocentridae. *Amer. Mus. Novit.* **2410**:1-30.
- Nelson, J. S., 1984. *Fishes of the World*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Parenti, L. R., 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* **168**:335-557.
- Parenti, L. R., 1987. Phylogenetic aspects of tooth and jaw structure of medaka, *Oryzias latipes*, and other beloniform fishes. *J. Zool.* **211**:561-572.
- Park, E.-H. and D. S. Kim, 1984a. Hepatocarcinogenicity of diethylnitrosamine to the self-fertilizing hermaphroditic fish *Rivulus marmoratus* (Teleostomi: Cyprinodontidae). *J. Natl. Cancer Inst.* **73**:871-876.
- Park, E.-H. and D. S. Kim, 1984b. A procedure for staining cartilage and bone of whole vertebrate larvae while rendering all other tissues transparent. *Stain Technol.* **59**:269-272.
- Park, E.-H. and S.-H. Lee, 1988. Scale growth and squamation chronology for the laboratory-reared hermaphroditic fish *Rivulus marmoratus* Poey (Cyprinodontidae). *Japan. J. Ichthyol.* **34**:476-482.
- Park, E.-H., S. K. Kang, and S.-H. Lee, 1987. Spontaneous bilateral asymmetry in the hermaphroditic fish *Rivulus marmoratus* (Teleostomi: Cyprinodonti-



- dae). *Korean J. Zool.* **30**:44-52.
- Park, E.-H. and A.-K. Yi, 1989. Photoreactivation rescue and dark repair demonstrated in UV-irradiated embryos of the self-fertilizing fish *Rivulus ocellatus marmoratus* (Teleostei; Aplocheilidae). *Mutat. Res.* **217**:19-24.
- Park, I.-S. and E.-H. Park, 1987. Acute toxicity of several chemical carcinogens to the hermaphroditic fish *Rivulus marmoratus* larvae. *Bull. Environ. Sci. Res. Inst. Environ. Sci. Hanyang Univ.*, Seoul **8**:179-185.
- Park, Y. S. and Y. U. Kim, 1987a. Studies on the larvae and juveniles of flying fishes, *Prognichthys agoo* (Temminck and Schlegel) (Pisces, Exocoetidae). I. Development of eggs, larvae and juveniles. *Bull. Korean Fish. Soc.* **20**:308-316.
- Park, Y. S. and Y. U. Kim, 1987b. Studies on the larvae and juveniles of flying fishes, *Prognichthys agoo* (Temminck and Schlegel) (Pisces, Exocoetidae). II. Osteological development of larvae and juveniles. *Bull. Korean Fish. Soc.* **20**:447-456.
- Paxton, J. R., 1972. Osteology and relationships of the lantern fishes (family Myctophidae). *Bull. Nat. Hist. Los Angeles County Sci.* **13**:1-81.
- Poey, F., 1880. Revisio piscium cubensium. *An. Soc. Esp. Hist. Nat.* **9**:243-261.
- Potthoff, T., 1980. Development and structure of fins and fin supports in dolphin fishes *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis* (Coryphaenidae). *Fish. Bull.* **78**:277-312.
- Potthoff, T., S. Kelley, and J. C. Javech, 1986. Cartilage and bone development in scombroid fishes. *Fish. Bull.* **84**:647-678.
- Radtke, R. L. and J. J. Dean, 1982. Increment formation in the otoliths of embryos, larvae, and juveniles of the mummichog, *Fundulus heteroclitus*. *Fish. Bull.* **80**:201-215.
- Rivas, L. R., 1945. The discovery and redescription of the types of *Rivulus marmoratus* Poey, a cyprinodont fish from Cuba. *J. Wash. Acad. Sci.* **35**:95-97.
- Rosen, D. E., 1982. Teleostean interrelationships, morphological function and evolutionary inference. *Amer. Zool.* **22**:261-273.
- Seegers, L., 1984. Zur Revision der *Rivulus*-Arten Sudost-Brasiliens, mit einer Neubeschreibung von *Rivulus luelingi* n. sp. und *Rivulus caudomarginatus* n. sp. (Pisces: Cyprinodontidae: Rivulinae). *Zool. Beitr.* **28**:271-320.
- Shufeldt, R. W., 1889. Further studies on *Grammicolepis brachiusculus*, Poey. *J. Morphol.* **2**:271-296.
- Thiyagarajah, A. and J. M. Grizzle, 1986. Diethylnitrosamine induced pancreatic neoplasms in the fish *Rivulus ocellatus marmoratus*. *J. Natl. Cancer Inst.* **77**:141-147.
- Valentine, D. W., M. E. Soule, and P. Samollow, 1973. Asymmetry analysis in fishes: a possible statistical indicator of environmental stress. *Fish. Bull.* **71**:357-370.
- Weisel, G. F., 1967. Early ossification in the skeleton of the sucker (*Catostomus macrocheilus*) and the guppy (*Poecilia reticulata*). *J. Morphol.* **121**:1-18.
- Yabumoto, Y. and T. Uyeno, 1984. Osteology of the ricefish, *Oryzias latipes*. *Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist.* **5**:15-20.
- Yang, H. J., 1963. On the pharyngeal bones and their teeth in Korean cyprinid fishes. *Korean J. Zool.* **6**:15-20.
- Yang, H. J., 1964. On the pharyngeal bones and their teeth in Korean cyprinid fishes. II. Variation ratio of pharyngeal teeth of carp (*Cyprinus carpio*). *Korean J. Zool.* **7**:6-8.
- Yang, H. J., 1971. The phase of scales in cyprinid fishes. A study of morphological characteristics of Cyprininae fish scales. *Bull. Korean Fish. Soc.* **4**:66-74.
- Yarberry, E. L., 1965. Osteology of the zoarcid fish *Melanostigma pammelas*. *Copeia* **1965**:442-462.
- Yoo, J. M. and Y. U. Kim, 1985. A study on the morphological and skeletal development of larvae and juveniles of *Enedrias fangi*. *Bull. Nat. Fish. Univ. Pusan* **25**:29-48.
- Zehren, S. J., 1987. Osteology and evolutionary relationships of the boarfish genus *Antigonia* (Teleostei: Caproidae). *Copeia* **1987**:64-592.
- 김용익, 1978. 어류학총론, 태화출판사, 부산.
- 대한의학협회, 1984. 영한 한영 의학용어집, 학연사, 서울.
- 대한해부학회, 1978. 해부학용어, 최신의학사, 서울.
- 이병희 외., 1983. 영한의학사전, 수문사, 서울.

(Accepted April 1, 1989)

---

**Skeletal System of the Hermaphroditic Rivulus *Rivulus ocellatus marmoratus***  
**(Teleostomi: Aplocheilidae)**

Seung-Hwi Lee and Eun-Ho Park (Department of Biology, College of Natural Sciences,  
Hanyang University, Seoul 133-791, Korea)

The complete osteology of the laboratory-reared hermaphroditic rivulus, *Rivulus ocellatus marmoratus*, was described. The skeletal system of this species consisted of more than 430 unit bones classified into 68 kinds. The osteological characters of this species were basically similar to those of the members of the Atherinomorpha. The loss of circumorbitals, ectopterygoids, first pleural ribs and intermuscular bones was, however, noticed as the prominent features of this species. Anatomical and systematic implications of the observations were discussed.