SFO
Science of Fisheries & Oceanography
ISSN 2734-1011 (Print)
ISSN 2671-4310 (Online)
Vol. 32, No. 2, pp. 117-125 (2023)
https://doi.org/10.22714/SFO.2023.32.2.5

Original Research Article

양태(*Platycephalus indicus*)의 외부 형태 및 골격계

Description of External Morphology and Osteology of the Bartail Flathead, *Platycephalus indicus* (Linnaeus, 1758)

김하린이[1], 정애리[1], 유태식[2], 이성훈[3], 한경호[1,*]
Ha-Rin-Yi Kim[1], Ae-Ri Jung[1], Tae-Sik Yu[2], Sung-Hun Lee[3], Kyeong-Ho Han[1,*]

[1]전남대학교 수산과학과,
[2]전남대학교 수산과학연구소,
[3]전남대학교 수산해양산업관광레저융합학과
[1]Department of Fisheries and Sciences, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea
[2]Fisheries Science Institute, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea
[3]Department of Fishery, Marine, Industry, Tourism, and Leisure, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea

* Correspondence to Kyeong-Ho Han
E-mail: aqua05@jnu.ac.kr

Received December 6, 2023
Revised January 5, 2024
Accepted January 8, 2024

Abstract : The family Platychephalidae requires detailed information on external morphology and skeletal characteristics due to its morphological similarity. We collected five specimens from the Jungang fish market in Yeosu to describe the morphological and osteological characteristics of *Platycephalus indicus*. The body shape was flat, with a large head and a laterally flattened abdomen, giving the body a low triangular cross-section. The eyes were located above the cranium, and the lower jaw was longer than the upper jaw, with two spines on the preopercle. The internal skeleton consisted of the cranium and jaw bone, suspensorium, orbital bone, hyoid arch, shoulder girdle, pelvic girdle, vertebrae, and caudal skeleton. Among the suborbital bones, the size of the second suborbital bone was the largest, narrowing and tapering towards the front. The hypural is five, and there is one parapophysis above the parhypural. The first and second hypurals and the third and fourth hypurals were fused, respectively. This study will contribute to classifying the family Platycephalidae by providing detailed descriptions of the morphology of *P. indicus*.

Keywords : *Platycephalus indicus*, Morphology, Osteology, Platychephalidae

서 론

양태(*Platycephalus indicus*)는 양태과(Platycephalidae)에 속하는 어종으로 한반도 중남부의 연안해역 및 일본 연안, 인도양과 서태평양, 홍해에 걸쳐 넓은 해역에 분포하고 있으며, 최대 100 cm까지 성장한다(Froese and Pauly, 2022). 쏨뱅이목(Scorpaeniformes) 양태과 어류는 전 세계에 18속 80종이 분포하고(Nelson *et al.*, 2016), 국내에 분포하는 양태과 어류는 까지양태(*Cociella crocodila*), 악어양태(*Inegocia guttata*), 점양태(*Inegocia japonica*), 큰비늘양태(*Onigocia macrolepis*), 비늘양태(*Onigocia spinosa*), 양태 등 7속 9종이 서식한다고 알려져 있다(NIBR, 2022).

양태는 우리나라에서 어획되는 양태과 어류 중 대부분을 차지하고 경제적 가치도 가장 높은 어종으로 우리의 식생활과 밀접하게 연관되어 있는 어종이다(Yun, 2008). 우리나라에서 양태 어획량은 2007년도(1,790 M/T)부터 2015년도(1,984 M/T)까지 증가하는 추세를 보였으나 2022년도(1,529 M/T)에 급속히 감소되었으며(Kosis, 2023), 최근에는 산업화에 따른 해양오염의 가속화, 매립, 간척, 수산자원의 남획 등으로 어장 생산성이 감소되고 있는 실정이다(Kim, 2019). 또한 현재 양태는 양식 생산이 전혀 이루어지지 않고 어업활동만 이루어지고 있기 때문에 어획량 감소는 수산자원량이 감소하고 있는 것과 마찬가지이다.

생물군의 기초적 자료는 종을 식별하고 분류하며, 이러한 분류를 위해서 외부 형태 및 골격 또한 하나의 분류 방식으로서 중요하게 쓰여지고 있다(Kim, 2004). 외부 형태로 분류가 어려울 경우 내부 골격과 DNA 등 다양한 방법을 이용하고, 그중 내부 골격의 형태와 특징은 계통학 연구, 분류학적 수준에서 유용한 계통발생 정보를 제공하기도 한다(Coast, 2012). 또한 어류의 골격은 개체의 형태를 유지하고 내부기관을 보호하는 구조적 요소 중 하나이다. 골격을 통해 어류의 구조와 기능을 이해하면 어류의 생리학적 이해를 도울 수 있고, 분류와 분포, 성장, 생산성 등을 파악하여 효과적인 어류 자원관리 방안을 모색할 수 있다(Seo *et al.*, 2023).

현재 우리나라에서 양태에 관해 이루어진 연구는 양태과 분류학적 연구(Joo, 1997), 분류학적 검토(Lee *et al.*, 1999), 식성(Kwak and Huh, 2002), 번식생태 및 초기발육(Yun, 2008), 양태과 3종 형태 및 골격(Chu, 2015) 등의 연구가 진행되었다. 양태과 어류는 종이 다양하고 넓게 분포하여 형태적으로 유사한 종들이 많으나, 쉽게 분류하기 어렵다(Yun *et al.*, 2022). 따라서 본 연구는 양태의 외부 형태 및 내부 골격을 관찰하여 근연종과의 차이점을 밝히기 위한 기초자료로 제공하고, 같은 양태과 어류의 종 동정을 위한 분류학적 연구자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 채집시기 및 장소

연구에 사용된 시료는 2023년 6월에 중앙선어시장에서 구입한 양태 5개체(전장 515~635±48.84 mm)를 사용하였다(Fig. 1).

2. 외부 형태

표본의 계측형질은 Abe and Tabeta (1984)에 따라 전장(Total length, TL), 체장(Standard length, SL), 두장(Head length, HL), 체고(Body depth, BD), 항문장(Anus length, AL), 눈지름(Eye diameter, ED), 꼬리자루 길이(Caudal peduncle length, CPL), 꼬리자루 높이(Caudal peduncle heigth, CPH), 가슴지느러미 길이(Pectoral fin length, PFL), 배지느러미 길이(Ventral fin length, VFL), 뒷지느러미높이(Longest anal fin height, LAH), 꼬리지느러미 길이(Caudal fin length, CFL), 주둥이 길이(Snout length, SNL), 윗턱 길이(Upper jaw width, UJW)를 어체의 측면에서 스케치하였고, 양안 간격(Interorbital width, IOW)을 어체의 등쪽에서 측정하였다(Fig. 2). 표본의 계수형질은 등지느러미

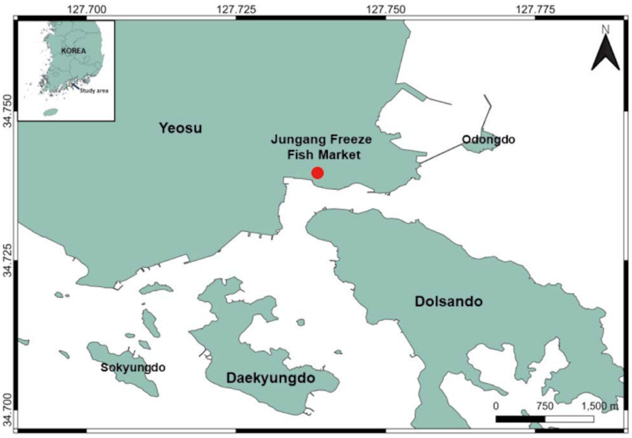

Fig. 1. Map showing the sampling area of *Platycephalus indicus* in Jungang freeze fish market.

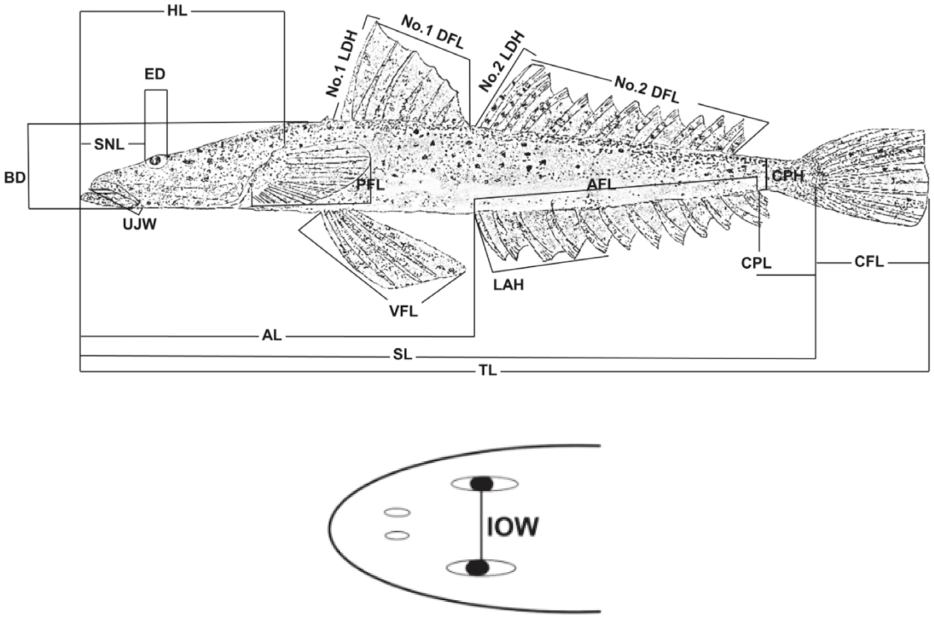

Fig. 2. Diagram showing the measurement of *Platycephalus indicus*. AL: anus length; AFL: anal fin length; BD: body depth; CFL: caudal fin length; CPH: caudal peduncle heigth; CPL: caudal peduncle length; No.1 DFL: No.1 dorsal fin length; No.2 DFL: No.2 dorsal fin length; ED: eye diameter; HL: head length; IOW: interorbital width; LAH: longest anal fin height; NO.1 LDH: NO.1 longest dorsal spine height; NO.2 LDH: NO.2 longest dorsal spine height; PFL: pectoral fin length; SL: standard length; SNL: snout length; TL: total length; VFL: ventral fin length; UJW: upper jaw width.

(Dorsal fin), 가슴지느러미(Pectoral fin), 뒷지느러미(Anal fin) 및 꼬리지느러미(Caudal fin)의 기조수 등을 계수하였다.

3. 골격계

양태의 골격을 관찰하기 위하여 구입한 양태 5개체를 15~20분간 삶아 살을 제거하고, 채골한 뒤 각 개체의 골격을 비교하였으며, 골격의 명칭은 Kim (1989)에 따랐다. 입체해부현미경(SMZ-U, Nikon, Japan)을 이용하여 골격과 골격 결합부를 관찰한 뒤 스케치하였다.

결 과

1. 외부 형태

1) 체형과 체색

양태는 상하로 납작하며, 머리가 크다. 체색의 경우 몸의 배쪽은 유백색, 등쪽은 회갈색이며 작은 연갈색 얼룩이 전체에 산재되어 있고 머리 부근에는 불분명한 갈회색의 가로무늬가 있다. 배측은 편평하여 몸체의 단면이 낮은 삼각형 형태이고 눈은 머리 등 쪽의 외곽선 위로 약간 튀어나와 있었다. 아래턱은 위턱보다 약간 길게 나와 있으며 두 눈 사이에 돌기는 없으나 아가미덮개 아래에는 2개의 가시가 있다. 꼬리지느러미는 흑갈색의 세로줄무늬 4개가 있고 가슴지느러미와 배지느러미는 연갈색을, 뒷지느러미는 유백색을 띠고 있다(Fig. 3).

2) 계측형질

전장에 대한 각 부위의 백분율(%)은 체장 88.8±0.5%, 주둥이 길이 8.4±0.6%, 두장 24.5±0.9%, 체고 6.7±0.8%, 항문장 49.5±1.8%, 안경 3.0±0.2%, 윗턱길이 9.8±0.8%, 가슴지느러미 길이 11.3±0.2%, 배지느러미 길이 15.4±1.0%, 뒷지느러미 길이 33.0±0.8%, 제1 등지느러미 길이 15.9±1.0%, 제2 등지느러미 길이 30.9±1.0%, 꼬리지느러미 길이 11.6±1.0%였으며, 두장에 대한 백분율(%)은 주둥이 길이 34.5±1.6%, 안경 12.2±1.4%, 양안 간격 19.5±0.1%, 윗턱 길이 39.8±2.1%였다(Table 1).

Fig. 3. External view of *Platycephalus indicus*. A: Dorsal view; B: Lateral view. Scale bars = 20.0 mm.

3) 계수형질

양태의 계수형질을 측정한 결과, 제1 등지느러미는 2개의 유리극과 7개의 가시로 총 9개 있었고, 제2 등지느러미는 1개의 가시와 13개의 줄기가 있었다. 또한 가슴지느러미에는 18개의 연조가 있었고 배지느러미에는 1개의 극조와 5개의 연조가 있었다. 뒷지느러미에는 13개의 연조가 있었으며, 꼬리지느러미 줄기 수는 16개였다(Table 2).

Table 1. Proportional measurement of the *Platycephalus indicus*

Characters	*Platycephalus indicus*
Number of specimens	5
Total length(mm)	559.3 (515.1~635.2)
In % of total length	
Standard length	88.8±0.51
Snout length	8.4±0.67
Head length	24.5±0.92
Body depth	6.7±0.87
Anus length	49.5±1.8
Upper jaw width	9.8±0.83
Caudal peduncle height	3.7±0.79
Caudal peduncle length	7.4±0.25
First dorsal fin length	15.9±1.08
Second dorsal fin length	30.9±1.06
First longest dorsal spine height	12.1±3.01
Second longest dorsal spine height	9.8±0.51
Pectoral fin length	11.3±0.21
Ventral fin length	15.4±1.08
Anal fin length	6.5±1.12
Longest anal spine height	33.0±0.85
Caudal fin length	11.6±1.05
Eye diameter	3.0±0.29
Interorbital width	4.8±0.2
Head length (mm)	137.1 (124.9~150.4)
In % of head length	
Snout length	34.5±1.62
Eye diameter	12.2±1.46
Interorbital width	19.5±0.15
Upper jaw width	39.8±2.19

Table 2. Fin rays of the *Platycephalus indicus*

	Number of specimens	Number of fin rays				
		Dorsal fin	Anal fin	Pectoral fin	Ventral fin	Caudal fin
Platycephalus indicus	5	D_1 II, VII D_2 I-13	13	18	I, 5	16

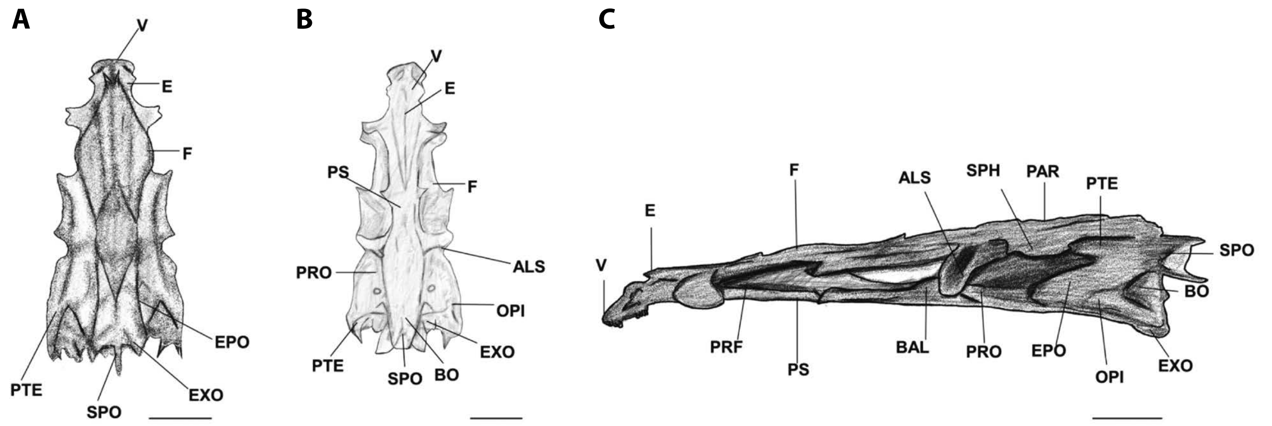

Fig. 4. Cranium of *Platycephalus indicus*. A: Dorsal view; B: Ventral view; C: Lateral view. ALS: alisphenoid; BAL: basisphenoid; BO: basioccipital; E: ethmoid; EPO: epiotic; EXO: exoccipital; F: frontal; OPI: opisthotic; PAR: parietal; PRF: prefrontal; PRO: prootic; PS: parasphenoid; PTE: pterotic; SPH: Sphenotic; SPO: supraoccipital; V: vomer. Scale bars = 20.0 mm.

2. 골격계

양태의 내부 골격은 두개골과 비골, 악골, 설궁부, 안골, 현수골, 견대부, 요대부, 척추골, 미골부로 구성되어 있다(Figs. 4~10).

1) 두개골(Cranium)

양태의 두개골은 서골(vomer, V), 사골(ethmoid, E), 액골(frontal, F), 전액골(prefrontal, PRF), 익설골(alisphenoid, ALS), 부설골(parasphenoid, PS), 기저설골(basisphenoid, BAL), 상이골(epiotic, EPO), 전이골(prootic, PRO), 설이골(sphenotic, SPH), 익이골(pterotic, PTE), 후이골(opisthotic, OPI), 노정골(parietal, PAR), 상후두골(supraoccipital, SPO), 외후두골(exoccipital, EXO), 기저후두골(basioccipital, BO)로 이루어져 있다(Fig. 4).

(1) 안와부(Orbital region)

부설골(PS)은 두개골 배쪽면의 큰 부분을 차지하고 있었고, 서골의 뒤쪽으로 길게 이어져 있다(Fig. 4A). 전액골(PRF)은 좌우 한 쌍의 골편으로 배쪽에서 보았을 때 가장자리가 V자형으로 홈이 파여 있었으며, 액골과 이어져 있다. 액골(F)은 두개골의 등쪽 가운데에 위치한 골편으로 두개골 등쪽의 가장 많은 부분을 차지하고, 부채꼴의 모양이다(Fig. 4B). 익설골(ALS)은 전이골(PRO)의 안쪽에 위치하여 기저설골(BAL)과 융합되어있다.

(2) 사부(Ethmoid region)

양태의 서골(V)은 두개골의 가장 앞쪽에 위치하며, 앞쪽으로 돌출되어 둥글고 넓은 모양이다. 사골(E)은 서골의 옆쪽으로 이어지는 골편이며, 2개의 극이 측면에서 보았을 때 아래쪽으로 뻗어진 형태였다(Fig. 4C).

(3) 이골부(Otic region)

설이골(SPH)은 액골의 뒤쪽으로 위치하고, 익이골(PTE)은 두개골의 뒤쪽 가장자리를 구성하는 골편으로, 아래로 갈수록 뾰족한 형태였다. 후이골(OPI)은 익이골의 배쪽에 연결되어 있고, 상이골(EPO)은 외후두골(EXO)과 이어지는 한 쌍의 골편이다. 전이골은 두개골의 배쪽에 위치하는 불규칙한 골편으로 한 쌍이 존재하고 있었다.

(4) 후두부(Occipital region)

기저후두골(BO)은 두개골의 등쪽에서 외후두골과 이어져 있고, 뒤로 오목하여 척추골의 기둥 모양으로 척추골과 연결되어 있다. 상후두골(SPO)은 등쪽에서 두개골 뒤쪽의 중심을 형성하고, 앞은 액골에 둘러싸여 있고, 옆쪽으로는 노정골(PAR)과 연결되어 있으며, 노정골의 뒤쪽으로 상이골과 결합되어 있다.

2) 악골(Jaw bone)

양태의 악골은 전상악골(premaxillary, PM), 주상악골(maxillary, M), 치골(dentary, D), 관절골(articular, AR), 각골(angular, AN)로 이루어져 있다. 전상악골(PM)은 길고 약간 굽어진 형태로 위쪽 가장자리에는 V자형의 상향돌기가 있고, 하단의 끝이 둥글게 형성되어 있다. 주상악골(M)은 전상악골과 접해 있고, 앞쪽은 끝이 굽어져 두터운 골질이 위아래로 돌출되어 있다. 치골(D)은 배측에서 보았을 때 굴곡이 존재하고, 등쪽에서 보았을 때는 아래로 갈수록 V자형으로 갈라져 오목한 골이 형성되어 있다. 관절골(AR)과 각골(AN)은 서로 결합하여 치골과 연결되어 있다. 관절골의 윗부분은 부채꼴 모양이고 각골은 윗부분이 뾰족하게 돌출되어 있다(Fig. 5).

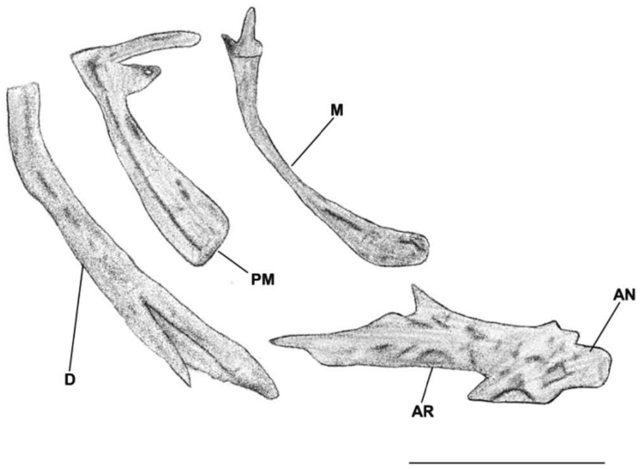

Fig. 5. Jaw bone of *Platycephalus indicus*. AN: angular; AR: articular; D: dentary; M: maxillary; PM: premaxillary. Scale bar = 20.0 mm.

3) 현수골(Suspensorium)

현수골은 구개익상부와 새개부의 골격을 총칭한다(Kim, 2004). 현수골 중 구개익상부는 입천정을 지지하는 역할을 하며, 새개부는 아가미뚜껑을 지지하고, 호흡운동을 효과적으로 수행하는 역할을 한다(Gang, 2005). 양태의 현수골은 구개골(palatine, PAL), 설악골(hyomandibular, HYO), 내익상골(endopterygoid, EN), 외익상골(ectopterygoid, EC), 방골(quadrate, QU), 후익상골(metapterygoid, ME), 접속골(symplectic, SY), 주새개골(opercle, OP), 전새개골(preopercle, POP), 하새개골(subopercle, SOP), 간새개골(interopercle, IOP)로 구성되어 있다(Fig. 6).

(1) 구개익상부(Palatopterygoid region)

구개골(PAL)은 구개익상부의 가장 앞에 위치하여 주상악골 앞쪽에 걸쳐 있으며, 우측 상단이 둥글고 앞쪽 끝이 갈고리 모양의 돌기로 되어 있다. 내익상골(EN)은 구개골, 후익상골, 방골과 연접해 있는 얇고 긴 골편으로 아래쪽으로 갈수록 넓어진 형태였다. 후익상골(ME)은 둥근 모양으로 뒤쪽 가장자리가 갈라져 골을 형성하였다. 외익상골(EC)은 방골, 설악골, 접속골, 내익상골, 후익상골과 접해 있는 골편이며, 위쪽 가장자리가 오목하게 파여 있다. 설악골(HYO)은 등과 양쪽 옆 부분에 1개의 돌기가 있었고, 주새개골(OP)과 접속골(SY)에 연결되어 있다. 방골(QU)은 오른쪽 가장자리가 날카로운 반면에 왼쪽 가장자리는 뭉툭하게 솟아오른 모습이다(Fig. 6A).

(2) 새개부(Operculum region)

전새개골(POP)은 앞부분이 두텁고 길며, 2개의 전새개골극(preopercle spine)을 가지며(Fig. 6B), 설악골, 접속골, 방

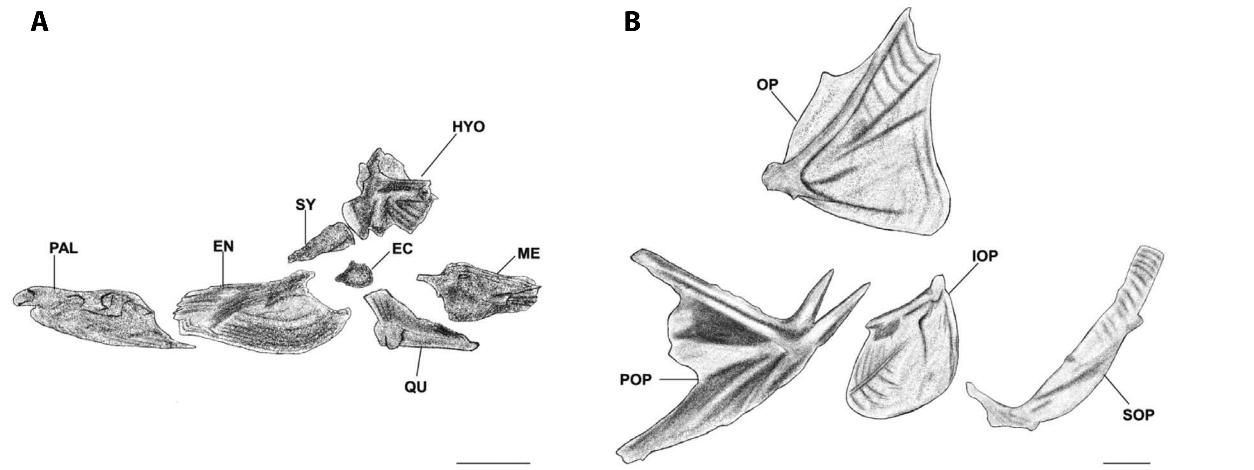

Fig. 6. Suspensorium of *Platycephalus indicus*. A: Palatopterygoid region; B: Operculum region. EC: ectopterygoid; EN: endopterygoid; HYO: hyomandibular; IOP: interopercle; ME: metapterygoid; OP: opercle; PAL: palatine; POP: preopercle; QU: quadrate; SOP: subopercle; SY: symplectic. Scale bars = 20.0 mm.

골에 접하고 있다. 주새개골(OP)은 우측으로 갈수록 좁아졌으며, 등쪽의 앞부분은 강한 골질 돌기로 이루어져 있다. 하새개골(SOP)은 주새개골 아래쪽에 위치하여 길게 뻗어져 있고, 앞쪽은 짧고 날카롭게 돌출되어 있다. 간새개골(IOP)은 등쪽의 가장자리가 두텁고 둥글다.

4) 안골(Orbital bone)

안골은 눈의 앞 가장자리를 덮고 있는 1개의 안전골(preorbital, PO)과 안하골(suborbital, SBO)로 이루어져 있으며, 안하골은 제1 안하골~제4 안하골로 이루어져 있다. 안전골(PO)은 앞부분에 두 갈래로 파여진 홈이 있고, 중간의 가장자리는 오목하게 들어간 형태였다. 제1 안하골(SO1)은 전체적으로 반달 모양이고, 앞부분이 둥글고 뒷부분은 뾰족했다. 제2 안하골(SO2)은 크기가 가장 컸으며, 우측 끝이 각진 반면에 앞쪽은 등쪽으로 갈수록 좁아져 뾰족한 형태였다. 제3 안하골(SO3)은 낫 모양으로 앞은 둥글었으며, 뒤로 갈수록 얇고 뾰족해졌다. 제4 안하골(SO4)은 끝부분은 뾰족하지만 중간 부분이 둥글었고, 전체적인 모양은 마름모와 같은 형태였다(Fig. 7).

5) 설궁부(Hyoid arch)

설궁부는 각설골(ceratohyal, CH), 상설골(epihyal, EH), 간설골(interhyal, IH), 인설골(glossohyal, GH), 하설골(hypohyal, HH), 새조골(Branchiostegal rays, BR)로 이루어져 있다. 인설골(GH)은 뒤로 갈수록 좁아지고 끝이 둥근 부채 모양이다. 하설골(HH)은 인설골에 접해 있는 골편으로 뒤쪽 끝이 오목하게 파여 있는 형태였고, 각설골(CH)은 등쪽으로 약간의 굴곡이 있는 부메랑 모양과 같았다. 상설골(EH)은 각설골 위쪽과 접해 있었고 뒤쪽으로 갈수록 폭이 좁아지며 둥근 형태였고, 새조골(BR)은 총 7개가 나타났다(Fig. 8).

6) 견대부(Shoulder girdle) 및 요대부(Pelvic girdle)

견대부는 쇄골(clavicle, CL), 견갑골(scapular, SC), 오훼골(coracoid, CO), 사출골(actinost, AC), 후측두골(posttemporal, PT)로 구성되어 있다. 쇄골(CL)은 견대부의 가장 큰 부분을 형성하는 골편이며, 뒤쪽으로 갈수록 폭이 좁아졌다. 오훼골(CO)은 견갑골, 사출골과 연결되어 앞쪽으로 갈수록 얇고 길게 뻗어 있다. 견갑골(SC)에는 가운데에 구멍이 있으며, 가슴지느러미를 지지하는 4개의 작은 골편인 사출골(AC)은 좁고 높은 모양이다. 후측두골(PO)은 앞쪽에 등쪽과 배쪽으로 나누어진 2개의 돌기가 있다(Fig. 9A).

요대부는 요대골(pelvic girdle)로 구성되어 배지느러미를 지지하고 있다. 좌우 한 쌍의 골편으로 이루어져 있고, 후요대돌기(posterior process)는 세 갈래로 나누어져 있다(Fig. 9B).

7) 척추골(Vertebrae)

양태의 척추골은 복추골(Abdominal vertebrae)과 미추골(Caudal vertebrae)로 나누어져 있고, 복추골은 제 1추골부터 몸통 뒤끝까지이다. 척추골은 미부봉상골(urostyle, US)을 포함하지 않고 계수하였으며, 3개체 모두 12+14=26개 존재하였고 내장을 보호하고 있는 11개의 늑골로 이루어져 있다(Fig.

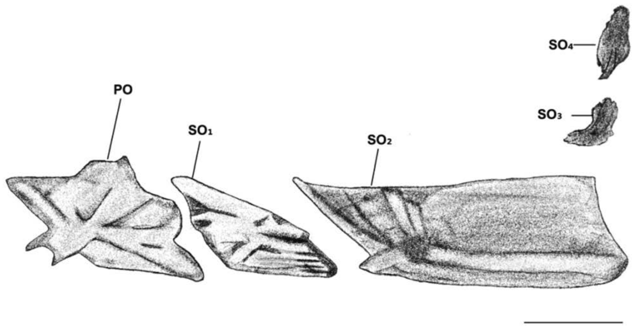

Fig. 7. Orbital bone of *Platycephalus indicus*. PO: preorbital; SO_1~SO_4: suborbital. Scale bar = 20.0 mm.

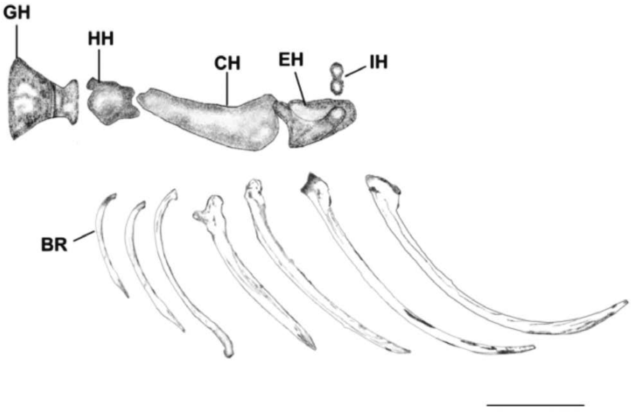

Fig. 8. Hyoid arch of *Platycephalus indicus*. BR: brachiostegal rays; CH: ceratohyal; EH: epihyal; GH: glossohyal; HH: hypohyal; IH: interhyal. Scale bar = 20.0 mm.

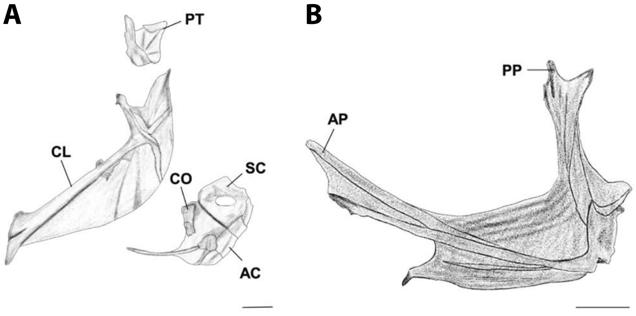

Fig. 9. Shoulder girdle and pelvic girdle of *Platycephalus indicus*. A: Shoulder girdle; B: Pelvic girdle. AC: actinost; AP: anterior process; CL: clavicle; CO: coracoid; PP: posterior process; PT: posttemporal; SC: scapular. Scale bars = 20.0 mm.

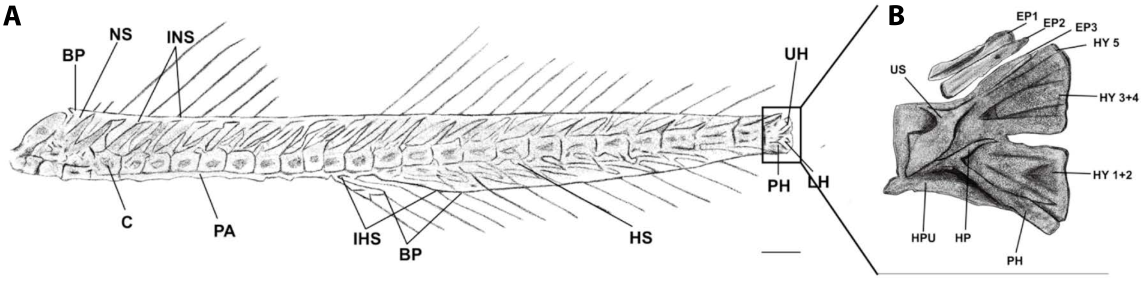

Fig. 10. Vertebrae and caudal skeleton of *Platycephalus indicus*. A: Vertebrae; B: Caudal skeleton. BP: basal pterygiophores; C: centrum; EP: epural; HP: hypurapophysis; HPU: haemal spine of preural centrum; HS: hemal spine; HY: hypural; IHS: interhemal spine; INS: interneural spine; LH: lower hypural; NS: neaural spine; PA: parapophysis; PH: parhypural; UH: upper hypural; US: urostyle. Scale bars = 20.0 mm.

10A). 미골부는 미부봉상골(US)과 하미추골(hypural, H), 상미추골(epural, EP), 준하미추골(parhypural, PH)로 이루어져 있다(Fig. 10B).

고 찰

어류의 종 분류는 계수 및 계측과 같은 외부 형태 분류를 기반으로 하여 전반적인 체형 또는 내부 골격을 기준으로 활용되어져 왔다(Strauss and Bond, 1990). 따라서 본 연구는 양태의 외부 형태 및 내부 골격을 통해 양태과 어류의 분류형질 확립에 기여하기 위해 진행되었다.

양태의 외부 형태는 다양한 연구에서 등쪽과 배쪽의 체색, 지느러미와 몸에 분포하는 반점, 외부에 존재하는 가시나 돌기에 대해 상세하게 기재되어 있다(Lee and Joo, 1998; Murty and Manikyam, 2007; Chen and Gao, 2017). 이를 종합하였을 때 양태의 체색은 등쪽은 회갈색 또는 흑갈색, 배쪽은 유백색을 띠고 제2 등지느러미 아래로 2개의 진갈색 띠가 분포하며, 비공의 뒷부분은 피판을 가지고 있다. 또한, 가슴지느러미에 다갈색 반점과 꼬리지느러미에는 3~4개의 띠가 분포하고, 지느러미 중간에는 눈에 띄는 노란색 반점이 존재하며, 머리에는 비공과 양안 사이에 융기선이 평행하게 이어져 있다고 기록하였다. 본 연구에서도 양태의 체색과 무늬가 선행된 연구와 유사한 형태를 띠고 있었다. 또한 꼬리지느러미에는 5개의 띠가 분포하였고, 비공 부분이 피판으로 덮여 있었으며, 비공과 양안 사이에 3쌍의 융기선이 존재하였다.

양태의 계수형질은 제1 등지느러미에 2개의 짧은 유리극과 7개의 극조로 총 9개의 가시가 있었고, 제2 등지느러미에 1개의 가시와 줄기 13개, 뒷지느러미에 줄기 13개, 가슴지느러미에 줄기 18개, 꼬리지느러미 줄기 16개로 Chen and Gao (2017)의 결과와 일치하지만, Chu (2015), Yamada *et al.* (1995)의 연구 결과는 제1 등지느러미가 2개의 유리극과 극조 6개로 명시되어 있어 차이가 나타났다. 양태 계측형질의 경우 전장에 대한 백분율은 윗턱 길이(9.8±0.83%, n = 3)였고, 두장에 대한 백분율의 경우 윗턱 길이(39.8±2.19%, n = 3), 주둥이 길이(34.5±1.62%, n = 3)로 Chu (2015)의 연구 결과와 유사하였다.

양태의 골격 형태를 같은 양태과 어류인 까지양태와 점양태(Chu, 2015), 큰비늘양태(Imamura, 1996)의 골격과 비교하였다. 양태의 두개골은 위아래로 납작하고 부설골이 일직선에 가까운 모습으로 점양태의 두개골과 유사한 형태를 보였다. 또한 양태는 까지양태와 큰비늘양태의 두개골보다 서골, 액골, 외후두골이 발달하여 둥글고 폭이 넓었으며, 익설골이 두 종보다 발달되어 있었고, 큰비늘양태는 양태와 다르게 전액골과 상이골에 가시를 가지고 있었다.

양태의 안골은 안전골과 4개의 안하골로 이루어져 있으며, 안하골은 눈의 아래와 뒤 가장자리를 보호하는 골격으로 개수와 형태가 어종마다 차이가 있어 중요한 분류형질로 이용된다(Kim, 1989; Strauss and Bond, 1990). 안하골은 눈을 지지하는 안하판(suboccular plate)을 가지는데(Kim and Kim, 1997), 제2 안하골이 가장 큰 안하판을 가지고 있다. 양태의 안전골은 앞부분이 두 갈래, 뒷부분은 세 갈래로 나눠어졌고, 큰비늘양태는 크게 나눠어지는 부분 없이 앞이 뾰족한 형태였으며, 까지양태는 앞부분이 나눠어지지 않고 둥근 형태였다. 또한 양태의 제2 안하골은 앞은 뾰족하여 뒤로 갈수록 직사각형의 모양과 같았고 안전골의 2배가량 컸으며, 까지양태와 큰비늘양태는 나뭇잎 형태로 위아래의 폭이 좁고 작았다. 안골에 존재하는 안하융기연(suborbital ridge)은 보통 가시를 갖지만, 양태와 까지양태에는 두드러진 가시가 없이 매끄러웠고, 큰비늘양태는 미세한 톱니 모양으로 되어 있었다.

악골은 섭이 운동을 효과적으로 수행할 수 있는 역할을 담당하고(Han *et al.*, 2003), 전상악골과 주상악골이 위턱을 지지하고 있으며, 아래턱은 치골이 대부분을 차지하고 있다. 양태의 전상악골은 하단으로 갈수록 넓어지면서 매끄럽게 둥글었지만, 까지양태, 점양태(Imamura, 1996)는 하단에 후상악돌기(postmaxillary process)를 가져 끝이 두 갈래로 나눠어진 형태였다. 세 종 모두 윗부분에는 가늘고 뾰족한 상행돌기와 관절돌기를

갖고 있었으며, 상행돌기는 관절돌기보다 더 길었고 전상악골에 분리되어 있었다. 주상악골, 관절골, 각골, 치골은 유사한 형태로 나타났다.

어류의 전새개골과 전새개골극은 모양과 크기가 다양하다고 알려져 있다(Buser, 2021). 양태의 전새개골은 뒤로 갈수록 세 갈래로 나뉘어 중간 부분이 짧고 둥근 형태였으며, 2개의 전새개골극을 가지고 있었다. 까지양태와 점양태, 큰비늘양태 전새개골의 경우 양태와 동일하게 2개의 전새개골극이 존재하지만, 전새개골극의 길이가 양태와 점양태는 비슷하거나 2번째 가시가 길었던 반면에 까지양태와 큰비늘양태는 1번째 가시가 더 길게 나타났다. 이를 통해 같은 분류군의 어류라도 전새개골의 형태가 다르게 나타나는 것이 확인되었다.

척추골은 양태과 어류의 골격 중 가장 많은 부분을 차지하고, 척추골의 수는 종의 분류나 어군 계통의 분석에 중요한 형질로 쓰인다(Han *et al.*, 2019). 척추골 수는 양태, 까지양태와 점양태 모두 26개로 동일하였지만, 양태는 복추골 12개와 미추골 14개였으며, 까지양태는 복추골 10개와 미추골 16개, 점양태는 복추골 10개와 미추골 16개로 종간의 차이가 나타났다. 경골어류의 미골 구조는 상위 분류군일수록 많은 수로 미골이 구성되며, 하미추골의 융합현상은 어종마다 다양하여 계통학적 연구의 기초자료로 매우 중요하다(Schultze and Arratia, 1988; Konstantinidis and Johnson, 2012; Park *et al.*, 2015). 양태의 하미추골은 5개이며, 준하미추골 위로 1개의 측돌기를 가진다. 그중 1번과 2번, 3번과 4번이 융합하였고, 이러한 하미추골 융합 형태의 경우 운동력이 없고 대개 저서생활을 하는 어종이며, 다른 어종에 비해 미골이 발달되어 있지 않고 작은 형태를 보인다(Han *et al.*, 2019).

양태과 어류 4종 모두 상주상악골(supramaxillary)이 없고(Imamura, 1996), 하미추골 융합 현상이 동일하였으며, 전새개골극을 2개 가지고 있었다. 또한 안하골 중 제2 안하골의 크기가 가장 크며, 준하미추골 위로 1개의 측돌기를 가지고 있는 것이 특징이다. 반면에 양태와 양태과 어류 3종이 다르게 나타난 골격 형질은 전상악골 하부에 존재하는 후상악돌기의 형태와 제2 안하골의 형태, 복추골과 미추골의 개수가 있으며, 이는 양태의 분류형질로 이용될 수 있다. 이 연구의 결과는 종간 신속한 비교를 위한 기초자료로 활용될 수 있으며, 향후 추가적인 유전학적 연구를 통해 명확한 분류 기준을 정립하여 양태과 어류의 분류체계가 확립되도록 해야 한다.

참고 문헌

Abe, T. and O. Tabeta, 1984. Pufferfishes available in Japan. An illustrated guide to their identification. Chuouhouki Pub. Co., Tokyo, 85pp. (in Japanese)

Buser, T.J., 2021. Stags of the Sea or Hedgehogs of the Harbor? Inferring the point of Sculpin cranial weaponry. Doctor Thesis, Oregon Sta. Uni., 189pp.

Chen, Z. and T. Gao, 2017. Morphological Re-Description and DNA Barcoding of *Platycephalus indicus* Collected from Beihai, China. *Pak. J. Zool.*, 49(5), 1647-1655. https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.5.1647.1655

Chu, B.R., 2015. Morphology, osteology and phylogeny on the fishes of the Platycephalidae three species. Master Thesis, Chonnam Nat. Uni., 53pp.

Coast, W.J.E.M., 2012. The caudal skeleton of extant and fossil cyprinodontiform fishes (Teleostei: Atherinomorpha): comparative morphology and delimitation of phylogenetic characters. *Vertebr. Zool.*, 62, 161-180.

Froese, R. and D. Pauly, 2022. FishBase. www. electronic pub., online at www.fishbase.org, version (02/2022).

Gang, Y.G., 2005. Morphology and osteology of the *Zeus faber* and *Zenopsis nebulasa*. Master Thesis, Chonnam Nat. Uni., 28pp.

Han, K.H., C.C. Kim and S.M. Yon, 2003. Morphology and osteology of the pufferfish, *Takifugu oblongus* (Tetraodontiformes: Tetraodontidae) and first record of the species from Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 15, 200206.

Han, K.H., S.H. Lee, H.J. Kim and B.R. Chu, 2019. Vertebrae and pterygiophore characteristics of three species of the Family Platycephalidae. *Sci. Fish. and Oceano*., 28, 106-110.

Imamura, H., 1996. Phylogeny of the Family Platycephalidae and related taxa (Pisces: Scorpaeniformes). *Species Divers*., 1, 123-233.

Joo, D.S., 1997. A Taxonomic Study of the Family Platycephalidae (Pisces: Scorpaeniformes) from Korea. Master Thesis, Kunsan Nat. Uni., 113pp.

Kim, C.C., 2004. Morphology and osteology of the Oblong blowfish, *Takifugu oblongus* and Broadbarred toadfish, *Arothron hispidus*. Master Thesis, Chonnam Nat. Uni., 42pp.

Kim, K.H., 2019. A study on promotion of fishing boats in Seawaters of Jeju pilot marine ranch. Master Thesis, Jeju Nat. Uni., 92pp.

Kim, Y.U., 1989. Introduction of ichthyology. Taehwa publishing, Busan, Korea, pp. 16-56.

Kim, Y.U. and J.K. Kim, 1997. Morphological study of the genus chromis from Korea II. comparison of skeletal characters of *Chromis notata*, *Chromis analis* and *Chromis fumea*. *Kor. J. Fish. Aquat. Sci*., 30(4), 562-573.

Konstantinidis, P. and G.D. Johnson, 2012. A comparative onto genetic study of the tetraodontiform caudal complex. *Act. Zool*., 93, 98-114.

Kosis, 2023. Fishery Production Survey, Summary table by type of fishery and fishing method. online at https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EW0004&conn_path=I2

Kwak, S.N. and S.H. Huh, 2002. Feeding habits of *Platycephalus indicus* in eelgrass (*Zostera marina*) beds in Kwangyang Bay. *Kor. J. Ichthyol.*, 14, 29-35.

Lee, C.L. and D.S. Joo, 1998. Taxonomic review of the Flathead fishes (Platycephalidae, Scorpaeniformes) from Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 10(2), 216-230.

Lee, C.L., J.H. Kim and C.S. Kim, 1999. Taxonomic review of the genus *Platycephalus* (Platycephalidae) from Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 11, 143-148.

Murty, V.S. and Y. Manikyam, 2007. Taxonomic revision of the flatheads (Platycephalidae: Pisces) of India No. 259. ZSI. Kolkata, 104pp.

Nelson, J.S., T.C. Grande and M.V.H. Wilson, 2016. Fishes of the world 5th ed. John Wiley & Sons, New Jersey, 707pp.

NIBR (National Institute of Biological Resources), 2022. National list of species of Korea. National Institute of Biological Resources, online at http://kbr.go.kr/ accessed on (03/2023).

Park, J.Y., C.G. Hong, J.K. Cho, M.H. Son, K.H. Han and J.M. Park, 2015. Early osteological development of the larvae and juveniles in sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus* (Pisces: Serranidae). *Kor. J. Ichthyol.*, 27, 189-198.

Schultze, H.P. and G. Arratia, 1988. Reevaluation of the caudal skeleton of some fishes: II. Hiodon, Elops and Albula. *J. Morphol*, 195, 257-303.

Seo, J.H., K.S. Kim, J. Lee, W.J. Choi, S.H, Cha, T.S. Yu, S.H. Lee and K.H. Han, 2023. Osteological development of the larvae and juvenile in *Konosirus punctatus*. *Kor. J. Ichthyol.*, 35, 83-90.

Strauss, R.E. and C.E. Bond, 1990. Taxonomic methods: morphology. Methods for fish biology, pp. 109-140.

Yamada, U., S. Shirai, T. Irie, M. Tokimura, S. Deng, Y. Zheng, C. Li, Y.U. Kim and Y.S. Kim, 1995. Nams and illustrations of fishes from the East China Sea and the Yellow Sea. OFCF, Japan, 288pp.

Yun, J.W., 2008. reproductive ecology and early development of *Platycephalus indicus*, in Korea. Doctor Thesis, Chonnam Nat. Uni., 102pp.

Yun, J.W., K.H. Han, T.S. Yu, S.H. Lee, J.M. Park and J.H. Seo, 2022. Morphological development of eggs, larvae and juveniles of *Platycephalus indicus*. *Kor. J. Ichthyol.*, 34, 96-101.