

수입 관상어 파하카복(*Tetraodon lineatus*)의 내부 골격 및 형태 특징

Morphological and Osteological Characteristics of Imported Aquarium Fish, *Tetraodon lineatus*

한지은¹, 박재민², 유태식³, 양서경¹, 한경호^{1,*}

Ji-Eun Han¹, Jae-Min Park², Tae-Sik Yu³, Seo-Gyeong Yang¹, Kyeong-Ho Han^{1,*}

¹전남대학교 양식생물학과

²경상북도 토속어류산업화센터

³전남대학교 수산과학연구소

¹Department of Aquaculture, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea

²Gyeongsangbuk-Do Native Fish Business Center, Uiseong 37366, Republic of Korea

³Fisheries Science Institute, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea

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

Received February 20, 2023

Revised February 28, 2023

Accepted March 6, 2023

Abstract : *Tetraodon lineatus* specimens were provided from the Native Fish Business Center and transported to the laboratory for observing the external morphological and osteological characteristics. The number of dorsal, pectoral, anal, and caudal fins was counted, and sketched the skeleton. The osteological characteristics of *T. lineatus* consisted of 13 bone fragments, and the jaw bone consisted of the premaxillary, maxillary, dentary, angular, and articular. The suspensorium was composed of the palatine, ectopterygoid, ectopterygoid, metapterygoid, quadrate, symplectic, hyomandibular, preopercle, opercle, subopercle, and interopercle. The hyoid arch was composed of the hypohyal, ceratohyal, epihyal, branchiostegal rays. There were six branchiostegal rays, the first of which was significantly developed. The shoulder girdle region consisted of the clavicle, coracoid, actinost, scapular, and postclavicle. The vertebrae consisted of 19 pieces, the interneural processes were 11 pieces (6*2212121), and the interhemal processes were five pieces.

Keywords : Fahaka puffer, *Tetraodon lineatus*, Osteological, Morphological, Tetraodontiformes

서론

파하카복(Fahaka puffer, *Tetraodon lineatus*)는 복어목(Tetraodontiformes), 참복아목(Tetraodontoidei), 참복과(Tetraodontidae)에 속한다. 참복과 어류는 세계적으로 19속 121종이 알려져 있으며(Nelson, 1994), 국내에는 본 과에 10속 33종이 기재되어 있다(Kim and Lee, 1990; Lee, 1993; Han, 1995; Han and Kim, 1998a, 1998b; Han *et al.*, 2017). 참복과 어류는 양턱의 이빨이 새 부리 모양으로 가운데가 융합되어 있고, 지느러미에 가시가 없으며, 배지느러미가 없다. 피부에는 비늘이 없는 대신 대체로 비늘이 변형된 피부극이 몸의 일부 또는 전체에 있는 종이 있고, 없는 종도 있다(Han and Kim, 1998a, 1998b). 참복과 어류는 테트로도톡신(Tetrodotoxin)의 독소를 가진 종이 많고, 구형의 특이한 형태를 가지고 있으며, 외부 형태가 유사한 종들이 많아 종 동정에 어려움이 많다(Baek, 2017).

최근 전 세계를 비롯하여 우리나라 관상어의 산업적, 사회

적 가치가 재인식됨으로써, 우리나라의 관상어 시장은 지속적인 성장을 보이고 있다(Kim and Kang, 2012). FAO FishStatJ (2010) 통계에 의하면 세계적으로 교역되는 관상어의 종류는 약 6,000여 종에 이르며, 무역 규모는 2007년 642백만 달러로 1990년 311백만 달러에 비해 약 2배 이상 성장했다(Alex, 2012). 파하카복은 아프리카의 나일강, 게바강, 볼타강 유역 등에 분포하는 대표적인 담수 복어로(Baensch and Riehl, 1985), 우리나라에서 식용 목적보다는 관상어로서 수요가 증가하고 있다. 국외에서 진행된 연구인 파하카복의 완전한 미토콘드리아 DNA 염기서열 및 Tetraodontidae 계통분석(Gong *et al.*, 2016), 이집트 아스완 나일강에서 서식하는 파하카복의 생물학 및 개체군 역학(AbouelFadl and Farrag, 2021), 이집트 나세르 호수에 서식하는 파하카복의 영양가 대비 독성 평가(Farrag *et al.*, 2022) 등에 비해 현재 우리나라에서 파하카복에 관한 연구는 미비하다.

생물군의 기초적 자료는 종을 식별하고 분류하며 나아가 그

계통을 밝히는 분류학에 들어진다고 말할 수 있다. 이러한 분류에 있어서 형태적, 생태적, 유전자적, 수리분류학적인 요인을 이용하며, 외부 형태 및 골격 또한 하나의 분류 방식으로 중요하게 사용되고 있다(Kim, 2004). 따라서 이 연구에서는 담수에서 서식하는 참복과 어류인 파하카복의 외부 및 내부 형태 형질을 관찰한 결과를 바탕으로, 형태 연구에 기초 자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

*T. lineatus*의 국내 서식은 보고되지 않아 국명이 없으며, 이 논문에서는 영문명 Fahaka puffer에 따라 파하카복으로 사용하였다.

파하카복의 외부 형태 및 내부 골격을 관찰하기 위하여 2022년 1월 토속어류산업화센터에서 표본 10개체를 제공받았다. 표본의 관찰을 위해 등지느러미, 가슴지느러미, 뒷지느러미 및 꼬리지느러미의 수를 계수하였고, 이후 사진 촬영을 하였다.

내부 골격을 관찰하기 위해 어체를 20분간 삶아 살을 제거한 후, 채골하여 두개골, 악골, 현수골, 설궁부, 견대부, 척추골의 순으로 사진 촬영 및 스케치하였고, 골격의 명칭은 Kim(1989)과 Han(1995)을 따랐다.

결 과

1. 외부 형태

1) 파하카복

(1) 파하카복 *Tetraodon lineatus* LINNEAUS, 1758
(Fig. 1A~C)

Tetraodon lineatus rudolfianus Deraniyagala, 1948

기재: D. 11~13, P. 19, A. 9~10, C. 11. 체형은 타원형으로 꼬리쪽으로 갈수록 작아지고, 꼬리지느러미는 측편형에 가깝다. 체색은 등쪽은 전체적으로 검은색을 띠고, 배쪽은 밝은 황색을 띠며, 전체적으로 백색의 세로 줄무늬를 가지고 있다. 피부는 비늘이 없으나 머리와 몸은 주둥이와 꼬리 부분을 제외하고 피부극으로 덮여 있고, 배쪽의 것이 등쪽의 것보다 더 크고 강하다. 배지느러미는 없고, 등지느러미와 가슴지느러미, 뒷지

느러미의 색은 모두 황색을 띠며, 꼬리지느러미는 백색의 세로 줄무늬가 이어져 있다. 주둥이는 삼각형 모양으로 뾰족하게 돌출되어 있고, 콧구멍은 양쪽에 1개씩 있다.

분포: 주로 아프리카의 나일강, 차드, 세네갈, 니제르, 감비아, 케바강, 볼타강 유역에 분포한다고 알려져 있으며, 케냐의 투르카나 호수에서도 발견된다(Lévêque *et al.*, 2003).

2) 계수형질

등지느러미 수는 11~13개, 뒷지느러미 수는 9~10개, 가슴지느러미 수는 19개로 가시가 없었고, 꼬리지느러미 수는 11개였다(Table 1).

2. 내부 골격

1) 두개골(Cranium)

파하카복의 두개골은 서골(Vomer, V), 사골(Ethmoid, E), 액골(Frontal, F), 전액골(Prefrontal, PRF), 설이골(Sphenotic, SPH), 익이골(Pterotic, PTE), 상이골(Epiotic, EPO), 전이골(Prootic, PRO), 익설골(Alisphenoid, ALS), 부설골(Parasphe-

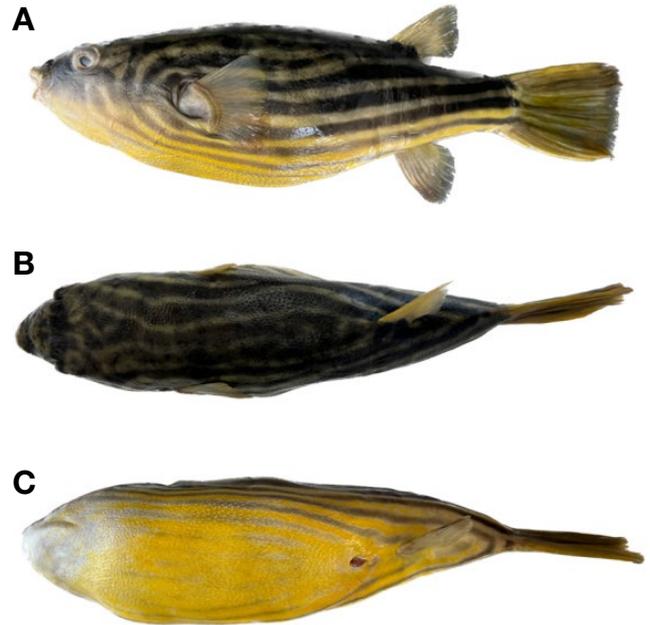


Fig. 1. External view of Fahaka puffer, *Tetraodon lineatus* (A: Lateral view; B: Dorsal view; C: Ventral view).

Table 1. Meristic characteristics of *Tetraodon lineatus*

Species	Number of fin rays				Number of specimens
	Dorsal fin	Pectoral fin	Anal fin	Caudal fin	
<i>Tetraodon lineatus</i>	11~13	19	9~10	11	10

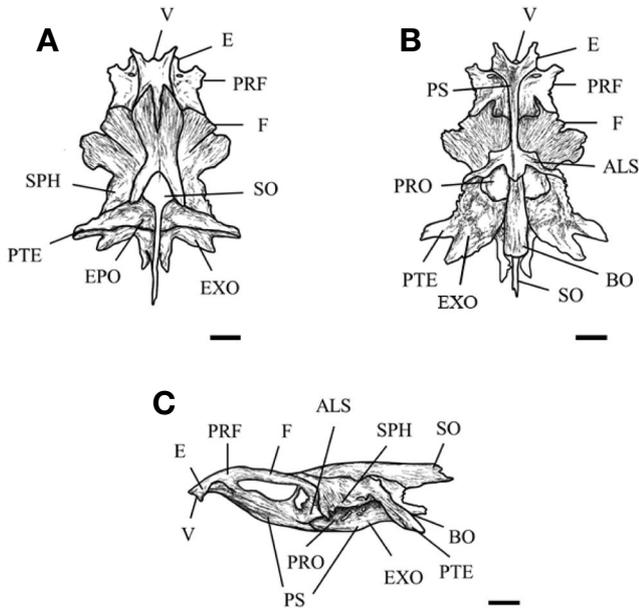


Fig. 2. Cranium of *Tetraodon lineatus* (A: dorsal view, B: ventral view, C: lateral view). ALS: Alisphenoid; BO: Basioccipital; E: Ethmoid; EPO: Epitotic; EXO: Exoccipital; F: Frontal; PRF: Prefrontal; PRO: Prootic; PS: Parasphenoid; PTE: Pterotic; SO: Supraoccipital; SPH: Sphenotic; V: Vomer (scale bars indicate 10.0 mm).

noid, PS), 상후두골 (Supraoccipital, SO), 기저후두골 (Basioccipital, BO), 외후두골 (Exoccipital, EXO)로 구성되어 있었다 (Fig. 2).

(1) 사부

서골은 두개골의 앞쪽에 위치하였고, 작고 둥근 모양으로 앞으로 튀어나와 있었으며, 옆쪽에는 사골이, 뒤쪽으로는 부설골이 접해 있었다. 사골은 서골의 옆에 이어져 있는 골편으로 위쪽으로 솟아 있었으며, 측면에서 보았을 때는 아래쪽으로 갈수록 뾰족하여 V자 모양을 하고 있었고, 뒤쪽으로는 전액골이 접해 있었다.

(2) 안와부

전액골은 좌우 한 쌍의 골편으로 작은 구멍이 좌우로 한 쌍 뚫려 있었으며, 뒤쪽은 액골과 접해 있었다. 액골은 두개골 등쪽 가운데에 위치한 골편이며, 위쪽에는 전액골과 접해 있었다. 위쪽에서 관찰했을 때, 등쪽의 양 옆쪽으로 퍼진 부채꼴 모양이었다. 부설골은 서골의 뒤쪽으로 길게 이어져 있는 골편이었다. 익설골은 위쪽으로는 액골이, 아래쪽에는 전이골이 위치하였다.

(3) 이골부

설이골 앞쪽에는 액골이 접해 있었고, 뒤쪽으로는 익이골과

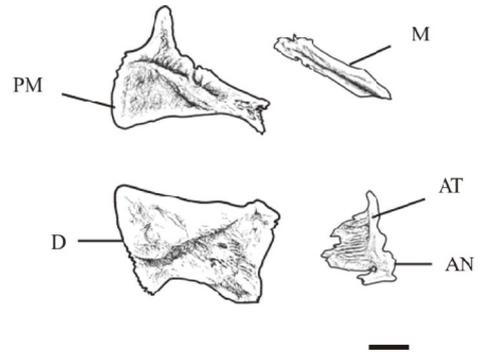


Fig. 3. Lateral view of jaw bone. AN: Angular; AT: Articular; D: Dentary; M: Maxillary; PM: Premaxillary (scale bar indicates 10.0 mm).

상이골이 접해 있었다. 익이골은 두개골의 뒤쪽을 구성하는 골편으로, 아래로 갈수록 뾰족한 모양이었다. 앞쪽에는 설이골이, 옆쪽으로는 상이골과 접해 있었다. 상이골은 두개골의 등쪽, 상후두골의 좌우에 접해 있는 골편이었다. 전이골은 두개골의 배쪽에 위치하는 골편으로, 좌우 한 쌍이 있었다.

(4) 후두부

기저후두골은 두개골의 아래, 가장자리에 위치하고 있었으며, 작은 원통형의 모양이었다. 등쪽으로는 외후두골, 뒤쪽으로는 척추골과 연결되어 있었다. 상후두골은 두개골에서 가장 가운데에 위치하였고, 좌우로 상이골이 결합되어 있었으며, 뒤쪽으로 갈수록 뾰족하였다. 외후두골은 두개골의 아래, 가장자리에 위치하고 있었으며, 좌우 한 쌍으로 끝이 튀어나와 있었다.

2) 악골 (Jaw bone)

전상악골 (Premaxillary, PM)은 주둥이 제일 앞쪽에 위치한 새 부리 모양의 골편이었다 (Fig. 3). 주상악골과 단단하게 결합되어 있었고, 밑으로 치골과 접해 있었다. 주상악골 (Maxillary, M)은 전상악골 뒤에 결합되어 있었고, 아래쪽으로 갈수록 뾰족한 모양이었다. 치골 (Dentary, D)은 전상악골 밑에 위치하였고, 관절골과 각골이 접해 있는 골편이었다. 전체적인 모양은 직사각형에 가까웠고, 아래쪽이 둥글게 움푹 들어간 모양이었다. 관절골 (Articular, AT)과 각골 (Angular, AN)은 서로 붙어 있어 치골 뒤에 접해 있었고, 각골의 끝부분은 편평하였다.

3) 현수골 (Suspensorium)

(1) 구개익상부 (Palato-pterygoid region)

구개골 (Palatine, PAL)은 구개익상부의 가장 앞쪽에 위치해 있었다 (Fig. 4). 외익상골과 내익상골이 접해 있는 골편이었으며, 위쪽이 날카롭게 뾰여 있었다. 내익상골 (Endopterygoid, EN)은 구개골, 외익상골, 후익상골, 방골과 접해 있는 골편으

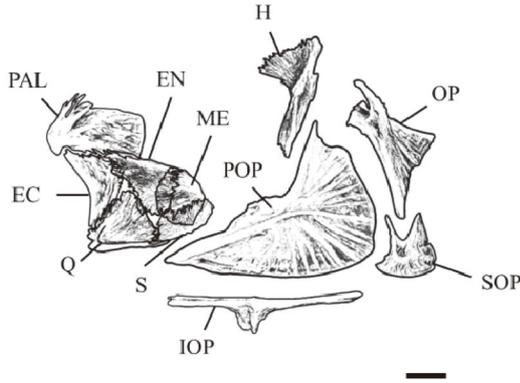


Fig. 4. Lateral view of suspensorium. EC: Ectopterygoid; EN: Endopterygoid; H: Hyomandibular; IOP: Interopercle; ME: Metapterygoid; OP: Opercle; PAL: Palatine; POP: Preopercle; Q: Quadrate; S: Symplectic; SOP: Subopercle (scale bar indicates 10.0 mm).

로, 아래쪽으로 갈수록 크기가 작아졌다. 외익상골(Ectopterygoid, EC)은 위쪽에는 구개골, 아래쪽에는 방골과 연결되어 있는 골편이었다. 가운데가 오목하게 들어간 부메랑과 같은 모습이었다. 후익상골(Metapterygoid, ME)은 위쪽으로는 내익상골, 아래쪽으로는 내익상골과 접해 있는 골편으로, 얇고 둥근 타원형 모양이었다. 방골(Quadrate, Q)은 외익상골 아래쪽에 위치하고, 뒤로 갈수록 넓어지는 삼각형 형태를 띠고 있었다. 접속골(Symplectic, S)은 후익상골과 전새개골 사이에 위치하는 골편으로, 얇고 긴 원통형의 모양이었다. 설악골(Hyomandibular, H)은 전새개골의 위쪽과 연결되어 있었고, 새개골의 연결 부분을 지지하고 있었다. 위쪽은 삼각형의 모양이었고, 아래쪽은 긴 막대와 같은 형태였다.

(2) 새개부(Operculum region)

전새개골(Preopercle, POP)의 전체적인 모양은 직각삼각형과 가까운 형태를 띠고 있었으며, 위로는 방골, 뒤로는 하새개골과 접해 있었다. 주새개골(Opercle, OP) 위쪽으로는 설악골, 앞쪽에는 전새개골이 위치하고 있었다. 또한 주새개골 가장자리는 삼각형 모양을 띠고 있었으며, 아래쪽은 뚱뚱하게 뻗어 있었다. 하새개골(Subopercle, SOP)은 주새개골 아래쪽에 위치하였고, 끝부분이 세 갈래로 갈라져 있었으며, 갈라진 사이는 v자 모양으로 깊게 들어가 있었다. 간새개골(Interopercle, IOP)은 전새개골 뒤쪽에 위치하였으며, 얇고 긴 막대기 모양으로 가운데가 작은 삼각형 모양으로 돌출된 형태였다.

4) 설궁부(Hyoid arch)

하설골(Hypohyal, HH)의 뒤쪽으로 각설골이 접해 있는 골편으로, 끝은 뚱뚱하였다(Fig. 5). 각설골(Ceratohyal, CH)은 직선으로 길게 뻗어 있었고, 앞쪽에는 하설골, 뒤쪽에는 상설골

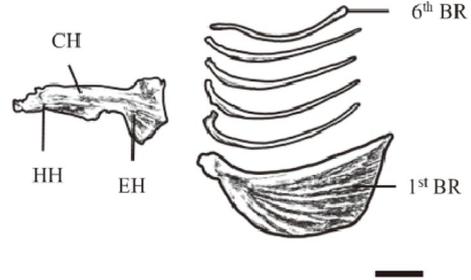


Fig. 5. Lateral view of hyoid arch and branchiostegal rays. BR: Branchiostegal rays; CH: Ceratohyal; EH: Epihyal; HH: Hypohyal (scale bar indicates 10.0 mm).

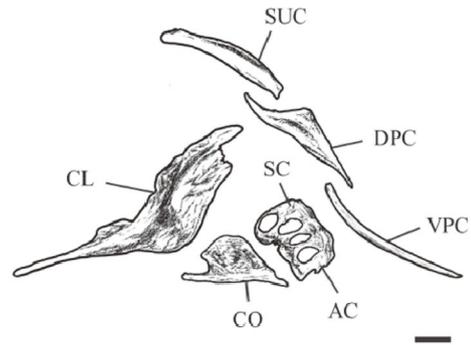


Fig. 6. Lateral view of shoulder girdle region. AC: Actinosts; CL: Clavicle; CO: Coracoid; DPC: Dorsal postcleithrum; SC: Scapular; SUC: Supraclavicle; VPC: Ventral postcleithrum (scale bar indicates 10.0 mm).

이 붙어 있었다. 상설골(Epihyal, EH)은 각설골의 아래쪽과 접해 있었고, 끝은 뚱뚱한 형태였다. 새조골(Branchiostegal rays, BR)은 총 6개가 나타났고, 제1 새조골은 다른 새조골에 비하여 가장 발달되어 있었다. 큰 반달 모양을 띠고 있었고, 나머지 새조골은 가늘고 길게 뻗어 있는 형태를 보였다.

5) 견대부(Shoulder girdle region)

쇄골(Clavicle, CL)은 견대부에서 가장 단단하였고 큰 부분을 차지하는 골격으로, 앞쪽으로 갈수록 얇고 길게 뻗어 있었다(Fig. 6). 상쇄골(Supraclavicle, SUC)은 쇄골의 위쪽 끝부분과 접해 있었으며, 가운데에 깊은 홈이 있었다. 오혜골(Coracoid, CO)의 뒤쪽 부분은 사출골과 연결되어 있었으며, 가운데가 둥글게 융기되어 있었다. 사출골(Actinost, AC)은 가슴지느러미를 지지하는 4개의 작은 골편으로 형성되어 있었으며, 마지막 4번째 사출골의 위에는 견갑골과 접해 있었다. 견갑골(Scapular, SC)은 쇄골과 연결되어 있었으며, 오혜골과 붙어 있었다. 후쇄골(Postclavicle, PC)은 후쇄골 상골편, 후쇄골 하골편으로 구성되어 있었고, 쇄골의 위쪽과 접해 있었다. 후쇄골 상골편은

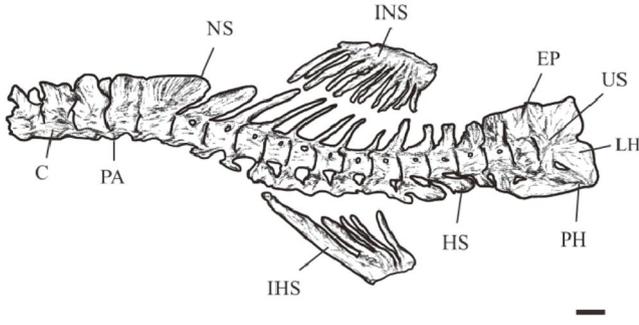


Fig. 7. Lateral view of vertebrae. C: Centrum; EP: Epurial; HS: Hemal spine; IHS: Interhemal spine; INS: Interneural spine; LH: Lower hypural; NS: Neural spine; PA: Parapophysis; PH: Parhypural; US: Urostyle (scale bar indicates 10.0 mm).

양쪽으로 짧게 뻗어 있었고, 가운데 부분은 뾰족하게 융기되어 있었다. 후쇄골 하골편은 얇고 길게 뻗어 있는 형태를 띠었다.

6) 척추골 (Vertebrae)

척추골 수는 발생학적으로 최초로 골격의 골화가 나타나는 부분으로, 종의 분류나 어군 계통 분석에 있어 중요한 형질로 쓰인다. 파하카복의 척추골 수는 총 19개로 구성되어 있었다 (Fig. 7).

척추골의 미골부(Caudal skeleton)는 4개의 골편으로 구성되어 있었으며 꼬리지느러미를 지지하고 있었다. 미골부(Caudal skeleton)의 가운데에는 미부봉상골(Urostyle, US)이 위치하였고, 미부봉상골의 위쪽에는 상미추골(Epurial, EP), 아래쪽에는 하부하미추골(Lower hypural, LH)이 위치하고 있었다. 준하미추골(Parhypural, PH)은 하부하미추골 아래에 연결되어 있었다.

7) 담기골 (Pterygiophores)

(1) 신경간극 (Interneural processes)

등쪽과 배쪽에 위치하는 담기골 수와 신경극 사이에 들어가는 신경간극 수는 종을 분류하는 데 유용한 형질로 사용된다. 등지느러미 줄기는 등쪽 담기골에 의해 지지되고 있었으며, 신경간극 중 가장 앞쪽에 있는 신경간극이 가장 컸고, 뒤쪽으로 갈수록 작아졌다.

파하카복의 신경간극은 11개였으며, 담기골 식은 6*2212121로 처음 담기골이 6번째 척추골의 신경극 다음부터 시작된다는 뜻으로, 신경간극이 6번째 신경극과 7번째 신경극 사이에 2개, 7번째 신경극과 8번째 신경극 사이에 2개, 8번째 신경극과 9번째 신경극 사이에 1개, 9번째 신경극과 10번째 신경극 사이에 2개, 10번째와 11번째 신경극 사이에 1개, 11번째와 12번째 신경극 사이에 2개, 12번째와 13번째 신경극 사이에 1개 순서로 되어 있었다.

(2) 혈관간극 (Interhemal processes)

뒷지느러미 줄기는 배쪽 담기골에 의해 지지되고 있었으며, 혈관간극 중 가장 앞쪽에 있는 혈관간극이 다른 혈관간극에 비해 가장 컸고, 뒤쪽으로 갈수록 작아지는 경향을 보였다. 제1 혈관간극은 제1 미추골의 혈관극 다음에서 시작되고, 혈관간극의 수는 5개였다.

고 찰

파하카복은 양턱에 이빨이 새 부리 모양으로 가운데가 융합되어 있으며, 지느러미에 가시가 없고, 배지느러미가 없어서 이를 지지하는 요대골이 없다(Han *et al.*, 2017). 피부에는 비늘이 없으나 비늘이 변형된 피부극을 주둥이와 꼬리 부분을 제외하고 가지고 있어 참복과의 공통된 특징을 가지고 있다.

파하카복은 외부 및 내부 형태에 대한 선행 연구가 없기 때문에 유사한 특징을 가진 참복과 어류인 까치복(*Takifugu xanthopterus*), 황복(*Takifugu obscurus*), 복섬(*Takifugu niphobles*)과 외부 및 내부 형태를 비교하였다.

외부 형태를 관찰했을 때, 몸의 등쪽은 검은색 바탕에 배쪽은 밝은 황색이었고, 전체적으로 백색의 세로 줄무늬를 가지고 있었다. 몸은 타원형으로 꼬리는 측편형에 가까웠다. 등쪽과 배쪽에는 피부극이 분포해 있었으며 배쪽의 피부극이 더 강했다. 까치복과 가장 유사하였고 등쪽과 옆쪽에 백색의 세로 줄무늬가 있었다. 피부는 작고 단단한 피부극으로 덮여 있었으며, 등쪽 피부극보다 배쪽의 피부극이 강하였고, 모든 지느러미의 색은 황색을 띠었다. 까치복의 몸의 등쪽은 검은색 바탕이었으며, 전체적으로 백색의 세로 줄무늬를 가지고 있었다. 등쪽과 배쪽에는 작은 피부극이 있었고, 연결되어 있지 않았으며, 배쪽의 피부극이 등쪽의 것보다 더 크고 강했다. 또한 모든 지느러미의 색은 황색을 띠고 있는 점이 파하카복과 유사하였지만, 몸의 배쪽에는 흰색의 세로 줄무늬가 없었고 전체적으로 흰색을 띠고 있었다는 점에서 파하카복과 까치복을 구별하였다. 황복과 복섬 역시 꼬리지느러미가 측편형에 가깝고, 등쪽과 배쪽에 피부극을 가지고 있는 공통점이 있다. 하지만 황복은 강한 피부극 가시를 가지고 있으며 등쪽과 배쪽 피부극이 가슴지느러미 앞쪽에 연결되어 있는 반면, 복섬은 피부극이 아주 약하고, 등쪽과 배쪽이 분리되어 있다. 배쪽의 체색은 흰색을 띠고 있는 점에서 파하카복과 구별하였다.

Baek (2017)의 연구 결과와 계수 형질을 비교하였을 때, 등지느러미 줄기 수는 파하카복이 11~13개로 가장 적었고, 까치복이 17~19개로 가장 많았다(Table 2). 가슴지느러미 줄기 수는 복섬이 14~16개로 가장 적었고, 파하카복이 19개로 가장 많았다. 뒷지느러미 줄기 수는 파하카복이 9~10개로 가장 적었고, 까치복이 14~16개였으며, 황복이 15~16개로 가장 많게

Table 2. Comparison of meristic characteristics among the family Teraodontidae

Species	Number of fin rays				Reference
	Dorsal fin	Pectoral fin	Anal fin	Caudal fin	
<i>Tetraodon lineatus</i>	11~13	19	9~10	11	Present study
<i>Takifugu xanthopterus</i>	16~17	17~19	14~16	11	Baek (2017)
<i>Takifugu obscurus</i>	16~18	17~18	15~16	11	
<i>Takifugu niphobles</i>	12~14	14~16	10~12	11	

Table 3. Comparison of vertebrae and pterygiophores among the family Tetraodontidae

Species	Number of vertebrae	NDP	NAP	Reference
<i>Tetraodon lineatus</i>	19	11	5	Present study
<i>Takifugu xanthopterus</i>	21~22	15~16	11~12	Han (1995)
<i>Takifugu obscurus</i>	24~25	17	12~14	
<i>Takifugu niphobles</i>	21	11	8	

나타났다. 꼬리지느러미는 4종 모두 11개로 참복과의 공통된 특징을 보였다.

내부 형태를 관찰하였을 때, 새개부는 간새개골에서 차이가 나타났다. 간새개골은 얇고 긴 막대기 모양으로 가운데 부분이 작은 삼각형 모양으로 돌출된 형태를 띠고 있었고, 4종 모두 얇고 긴 막대기 모양은 같았다. 까치복은 가운데 부분이 작고 직각으로 된 사각형 모양으로 동일했으나 황복은 가운데 부분이 왼쪽으로 휘어 있는 점에서 차이를 보였다.

척추골 수는 19개로 가장 적었고, 황복의 척추골 수가 24~25개로 가장 많았다(Table 3). 처음 담기골이 6번째 척추골의 신경극 다음부터 시작되어 신경간극이 11개였으며, 복섬과 신경간극 수가 동일하였다. 황복은 처음 담기골이 8번째 척추골의 신경극 다음부터 시작되어 17개의 신경간극으로 가장 많았다. 혈관간극은 파하카복이 5개로 가장 적었고, 황복이 12~14개로 가장 많았다.

이 연구에서는 파하카복의 형태와 골격을 관찰하여 참복과 어류와 비교하였으며, 명확한 분류 기분을 명시하기 위해 유전학적 연구가 추가로 수행되어 참복과 어류의 분류체계가 확립 되도록 해야 한다.

결론

이 연구는 파하카복의 형태 및 내부 골격을 관찰하였다. 파하카복의 등지느러미 줄기 수는 12개, 뒷지느러미 줄기 수는 10개, 가슴지느러미 줄기는 19개, 꼬리지느러미 줄기는 11개였다.

파하카복의 두개골은 총 13개의 골편으로 이루어져 있었고, 악골은 전상악골, 주상악골, 치골, 각골 및 관절골로 구성되어 있었으며, 현수골은 구개골, 내익상골, 외익상골, 후익상골, 방골, 접속골, 설악골, 주새개골, 전새개골, 하새개골 및 간새개골로 구성되어 있었다. 설궁부는 인설골, 상설골, 하설골, 각설골, 간설골로 구성되어 있었고, 새조골은 6개로 그중 제1 새조골이 크게 발달되어 있었다. 견대부는 쇄골, 상쇄골, 후쇄골, 오혜골, 사출골, 견갑골로 구성되어 있었고, 척추골은 19개, 신경간극은 11개로 6*2212121, 혈관간극은 5개였다. 이 연구는 파하카복의 분류에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- AbouelFadl, K.Y. and M.M. Farrag, 2021. Biology and population dynamics of the freshwater puffer fish, *Tetraodon lineatus* (Linnaeus, 1758), from the river Nile, aswan, Egypt. *Egypt. J. Aquat. Res.*, 47(1), 75-80.
- Alex, P., 2012. The volume of the ornamental fish trade, international transport of live fish in the ornamental aquatic industry. OFI educational publication, 7, 44-57.
- Baek, J.I., 2017. Taxonomy and molecular phylogeny of the Tetraodontidae (Teleostei: Tetraodontiformes). doctoral dissertation, ph.D. Thesis Chonnam Nat'l Univ., 1-152.
- Baensch, H. and R. Riehl, 1985. Verlag fur natur-und heimtierkunde. *Mergus*, 2, 1216.
- FAO FishStatJ, 2010. <https://www.fao.org/fishery/en/statistics>.
- Farrag, M.M., M. Alaa, W. Aly, K.Y. AbouelFadl, A.M. Nasr-Allah,

- M.A.M. El-Geddawy and H. Charo-Karisa, 2022. Nutritional values vs. toxicity assessment of pufferfish, *Tetraodon lineatus* (Linnaeus, 1758), from lake Nasser, Egypt. *Egypt. J. Aquat. Res.*, 48(1), 53-59.
- Gong, X., Q. Zhang and B.L. Bao, 2016. Complete mitochondrial DNA sequence of globe fish *Tetraodon lineatus* (Linnaeus, 1758) and the phylogenetic analysis of tetraodontidae. *Mitochondrial DNA B Resour.*, 1(1), 781-782.
- Han, K.H., 1995. Morphology, osteology and phylogeny of the fishes of the family Tetraodontidae (Teleostei: Tetraodontiformes). Ph.D Thesis, Chonnam Nat'l Univ. of Busan, Korea, 205.
- Han, K.H. and Y.U. Kim, 1998a. Taxonomic revision of the genus *Takifugu* (Teleostei: Tetraodontidae) from Korea. *Bull. Yosu Nat'l Univ.*, 12, 563-589.
- Han, K.H. and Y.U. Kim, 1998b. Taxonomic revision of the genera *Logocephalus* and *Pleurancanthus* (Teleostei: Tetraodontidae) from Korea. *Bull. Yosu Nat'l Univ.*, 12, 591-604.
- Han, K.H., J.I. Baek, L.S. Shin, H.J. Kim, B.I. Yoon, J.H. Hwang and S.H. Lee, 2017. Morphological description of three species of pufferfishes (Tetraodontidae) from India. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 50, 77-84.
- Kim, C.C., 2004. Morphology and osteology of the oblong blowfish, *Takifugu oblongus* and broad-barred toadfish, *Arothron hispidus*. Master Thesis, Chonnam Nat'l Univ., 42.
- Kim, D.Y. and J.H. Kang, 2012. Improvement of ornamental fish industry through analysis of recognition and market scale of the ornamental Fish. *J. Fish. Bus. Adm.*, 43(3), 89-106.
- Kim, I.S. and W.O. Lee, 1990. Synopsis of the suborder Tetraodontoidei (Pisces; Tetraodontiformes) from Korea. *Korea J. Ichthyol.*, 2, 1-27.
- Kim, Y.U., 1989. Introduction of ichthyology. Taehwa Publishing, Busan, Korea.
- Lee, W.O., 1993. New records of six species of the Tetraodontidae (Pisces: Tetraodontiformes) from Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 5(2), 165-176.
- Lévêque, C., D. Paugy and G.G. Teugels, 2003. Faune des poissons d'eaux douce et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest, Tome 2. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, France Institut de Recherche pour le Développement, Paris, France. 815.
- Nelson, J.S., 1994. Fishes of the world. Third edition. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1-600.