

# 남서대서양에서 채집된 *Bathyraja brachyurops* (Rajiformes: Arhynchobatidae) 기형의 첫 보고

박민균 · 김은정<sup>1</sup> · 김진구\*

부경대학교 수산생명과학부 자원생물학전공, <sup>1</sup>국립수산과학원 원양자원과

## First Record of an Abnormal *Bathyraja brachyurops* (Rajiformes: Arhynchobatidae) Collected from the Southwest Atlantic Ocean

Min-Gyoon Park, Eunjung Kim<sup>1</sup> and Jin-Koo Kim\*

Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

<sup>1</sup>Distant Water Fisheries Resources Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Republic of Korea

An abnormal shape of *Bathyraja brachyurops* was first reported from the catch of a bottom trawl in the southwest Atlantic Ocean in June 2022. Both pectoral fins of the specimen did not fuse with the head, resulting in a horn-like structure separated from the sides of the eyes. Analysis of mitochondrial DNA cytochrome c oxidase subunit I sequences showed that our specimen was perfectly matched to *Bathyraja brachyurops* registered with the National Center for Biotechnology Information. Our specimen possessed the following morphological features: a pair of flexible but elongated and pointed horns on the head; rough dorsal disc, densely covered with numerous small denticles on the head, anterior margin of pectoral fins and median line of the disc; a thorn between the first and second dorsal fins; and a pair of large ocelli at the base of pectoral fins. Unlike the normal *B. brachyurops*, our specimen had a slender clasper and no nuchal thorns, which may be related to the morphological abnormality. The horn-like structure on the head may be owing to the lack of fusion between the pectoral fins and head during early embryonic development.

Keywords: *Bathyraja brachyurops*, Morphological abnormality, Arhynchobatidae, Southwest Atlantic Ocean

### 서론

홍어목(Rajiformes) 넓적코가오리과(Arhynchobatidae) (Kim et al., 2021) 어류는 전 해역에 넓게 분포하지만 대부분 극지방과 수온이 낮은 해역에 많이 분포하며, 대륙사면부터 수심 3,000 m 이상의 깊은 심해까지 서식한다. 넓적코가오리과 어류는 전 세계적으로 13속 105종이 알려져 있고(Last et al., 2016), 포클랜드 섬 주변 남서대서양에는 6속 20종이 알려져 있다(Agnew et al., 1999). 전 세계에서 진행되는 저층 어업에서 가오리, 홍어류가 부수 어획되며(Agnew et al., 2000), 특히 남서대서양의 아르헨티나 대륙붕은 경사가 완만하고 해저가 매우 균질하여 저층 트롤 어업에 적합하다(Ku et al., 2021). 홍어류는 국내에서 식품으로 널리 이용되며, 수요가 많으나 국내 어획량으로는 수요량을 충족하기 어려워지면서, 미국, 칠레, 우루과이 등에서 수

입하여 대체하고 있다(Jo et al., 2013). 따라서 1989년, 포클랜드 섬 주변 남서대서양에서 우리나라 원양어선의 홍어류를 주 어획대상으로 한 조업이 시작되었고 이에 따라 남서대서양 홍어류의 어획량이 늘어났으며(Agnew et al., 1999), 대부분 국내로 들여와 소비되고 있다. 가오리, 홍어류에서는 형태적 이상을 가진 기형 어류들이 종종 발견되는데, 홍어과(Rajidae), 색가오리과(Dasyatidae), 나비가오리과(Gymnuridae), Rhinobatidae 등 다양한 과에서 기형이 발견되며, 특히 홍어과 어류 및 색가오리과 어류에서 많이 발견된다. 또한, 북동대서양의 프랑스 연안과 남서대서양의 브라질 남쪽 해안 등 대서양에서도 기형 개체 출현 보고가 많다(Ribeiro-Prado et al., 2008). 기형에는 다양한 형태가 알려져 있으며, 가슴지느러미가 머리와 융합하지 못한 종류가 가장 많이 보고되어 있다(Ribeiro-Prado et al., 2008). 2022년 6월 남서대서양에서 저층트롤로 어획된 홍어류 중 외부

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5927 Fax: +82. 51. 629. 5931

E-mail address: taengko@hanmail.net



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2023.0916>

Korean J Fish Aquat Sci 56(6), 916-922, December 2023

Received 8 November 2023; Revised 30 November 2023; Accepted 19 December 2023

저자 직위: 박민균(대학생), 김은정(연구사), 김진구(교수)

형태가 다른 1개체가 처음 채집되어 형태 및 분자분석을 진행한 결과, *Bathyrāja brachyurops*의 기형으로 확인되었다. 따라서 본 연구는 남서대서양에서 처음 출현한 *Bathyrāja brachyurops* 기형의 형태 및 유전학적 특징을 상세히 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

*Bathyrāja*속 어류 1개체는 2022년 6월 2일 남서대서양(41°56'06.0"S 57°53'06.0"W, Fig. 1)에서 조업 중인 상업어선을 통해 수심 280 m에서 저층트롤로 어획되어 국제옵서버에 의해 시료로 채집되었으며, 운반선을 통해 부산항으로 들어와 통관 절차를 거쳐 선사 냉동창고에 보관되었다. 이후, 국립수산물학원으로 전달되었고 최종적으로 부경대학교 어류학실험실로 운반되었다. 운반된 샘플은 10% formalin에 고정한 후 4일간 세척하여 70% EtOH에 보존하였으며 표본번호 PKU 22478을 부여한 후 부경대학교 어류학실험실에 보관하였다. 계수 및 계측은 Hubbs and Ishiyama (1968), Stevenson et al. (2004), Last et al. (2016)의 방법을 따랐으며, 몸의 각 부위는 버니어캘리퍼스로 0.1 mm 단위까지 측정하였고, 각 측정 값은 전장(total length, TL)에 대한 백분비로 환산하였다. 골격구조는 X-선 영상분석기(PRO-TEST 123 / I.I.; Softex Co. LTD, Busan, Korea)로 촬영 후 스케치하였고, 골격 명칭은 Jeong and Nakabo (1997), Orr et al. (2011)을 따랐다.

Total DNA는 성어의 근육조직에서 Kit를 이용하여 추출하였다. 중합효소연쇄반응(PCR)은 Mitochondrial DNA cytochrome c oxidase subunit I (COI) 영역을 대상으로 실시하였으며, 프라이머는 AquaAmp Fish BOL Marina PCR kit를 사

용하였다. Mitochondria DNA COI 염기서열 정렬은 BioEdit version 7 (Hall, 1999)의 Clustal W (Thompson et al., 1994)를 이용하였으며, 유전거리는 Mega X (Kumar et al., 2018)의 Pairwise distance를 Kimura-2-parameter 모델 (Kimura, 1980)로 계산하였다. 근린결합수(neighbor-joining tree)는 Mega X (Kumar et al., 2018) 프로그램으로 작성하였으며, 근린결합수의 신뢰도는 bootstrap 방식으로 1,000번을 수행하여 구하였다. NCBI (National Center for Biotechnology Information)에서 accession number (OR826604)를 부여받았으며, COI 영역의 염기서열 비교를 위해, NCBI에 등록된 *Bathyrāja albomaculata* (NC037964), *Bathyrāja griseocauda* (NC037965), *Bathyrāja smirnovi* (MG808045), *B. brachyurops* (JN602387, KP975539)의 염기서열을 사용하였으며, 외집단으로는 NCBI에 등록된 홍어(*Okamejei kenoje*) 1개체 (NC007173)의 염기서열을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### *Bathyrāja brachyurops* (Fowler, 1910)

(Figs. 2–7, Table 1)

(Korea name: Neop-jeok-kko-ga-o-ri)

*Raja brachyurops* Fowler, 1910: 468 (type locality: Magellan Straits, Chile).

*Bathyrāja brachyurops*: Pequeño and Lamilla, 1985:228 (Southern Chile); López et al., 1996:9 (Argentina); Mabragna et al., 2011:Table S2 (Argentina); Oddone and Paesch, 2023:182 (Uruguay)

### 관찰표본

표본번호 PKU 22478, 1개체, TL 556 mm, 남서대서양(41°56'06.0"S 57°53'06.0"W, Fig. 1), 2022년 6월 2일, 채집자는 최기철, 어선명은 77오양, 채집수심은 280 m, 사용어구는 저층트롤.

### 기재

계수 및 계측값은 Table 1과 같다. TL 556 mm의 어체(Fig. 2)의 형태는 넓은 마름모 모양이다. 몸의 중심으로 갈수록 체고가 높아지고 머리와 꼬리, 가슴지느러미 끝으로 갈수록 체고가 낮아진다. 체반의 길이보다 폭이 넓은 형태로 몸의 약 1/3 지점에서 체반폭이 가장 넓다. 주둥이는 매우 유연하고 분수공은 눈의 뒤에 발달해 있다. 배지느러미는 2엽으로 가슴지느러미 후단부에 덮여있는 전엽은 가늘고 긴 원통모양이며, 후엽은 넓고 편평한 형태이다. 배지느러미 후엽의 아래에는 좌우 1쌍의 교미기(clasper)가 있으며 교미기의 굽기는 굽지 않다(Fig. 3). 체반 등쪽에는 안와극(orbital thorns), 항극(nuchal thorns), 견갑극(scapular thorns)과 같은 소극이 없고 대신 머리, 가슴지느러

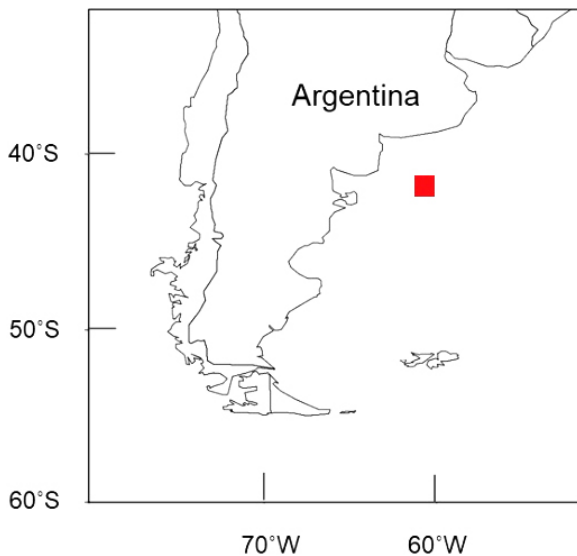


Fig. 1. Map showing the sampling area of *Bathyrāja brachyurops* (■).

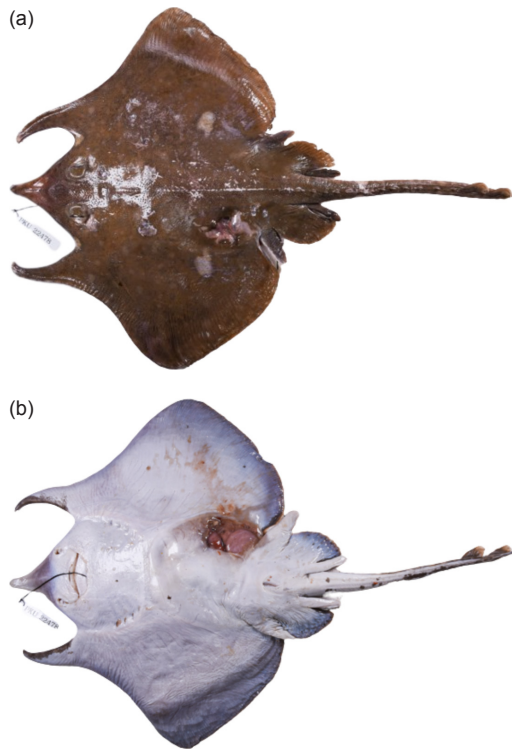


Fig. 2. Photos of (a) dorsal and (b) ventral view for *Bathyraja brachyurops* (Fowler, 1910), PKU 22478, 556 mm in total length, male, bottom trawl, southwest Atlantic Ocean, 2 June, 2022.

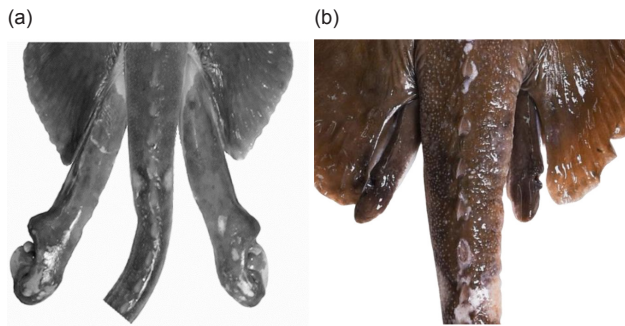


Fig. 3. Photos showing clasper of (a) normal *Bathyraja brachyurops* (from Bizikov et al., 2004) and (b) abnormal *B. brachyurops*, PKU 22478.

미 가장자리, 몸 중앙을 따라 등쪽에 작은 돌기(denticles)들이 산재하여 약간 거칠며 그외 다른 부분은 매끄럽다. 꼬리의 등쪽에는 배지느러미 후엽의 기점부터 14개의 중앙렬 꼬리 소극 (median tail thorns)이 제1등지느러미 기부 앞까지 이어져 있고 주변에 많은 작은 돌기들이 산재한다. 제1등지느러미와 제2등지느러미는 반원모양으로 크기가 비슷하며 이들 사이에는 1개의 등지느러미 사이 소극(interdorsal thorns)이 나 있다. 꼬리의

Table 1. Counts and measurements of *Bathyraja brachyurops*

Morphological character	<i>B. brachyurops</i> PKU 22478
Sex	Male
Counts	
Nuchal thorns	0
Orbital thorns	0
Scapular thorns	0
Mid-dorsal thorns	0
median tail thorns	14
Interdorsal thorns	1
Measurements	
Total length (mm)	556.0
In % of Total length	
Disk length	55.0
Disk width	70.5
Anterior projection	36.5
Trunk length	25.4
Head length	28.8
Snout length	15.1
Orbit length	4.4
Eyeball length	2.8
Interorbital width	4.7
Spiracle length	2.5
interspiracular width	7.6
Orbit+spiracle length	5.4
Preoral length	13.5
Mouth width	8.8
Prenarial length	11.2
Internarial distance	8.1
Nasal curtain length	5.0
Nasal curtain width	9.4
Width of first gill slit	1.2
Width of fifth gill slit	1.0
Distance between first gill slits	17.5
Distance between fifth gill slits	11.3
Precaudal length	54.1
Tail length	46.0
Tail length to first dorsal fin	34.7
Tail length to second dorsal fin	40.3
Interdorsal space	1.2
Tail width at origin	5.0
Tail depth at origin	3.3
Tail width at midlength	2.4
Tail depth at midlength	1.1
Caudal fin length	-
First dorsal fin base	4.8
First dorsal fin height	2.9
First dorsal fin to caudal tip	12.2
Second dorsal fin to caudal tip	6.2
Anterior pelvic lobe length	10.0
Posterior pelvic lobe length	8.1
Left clasper length	9.0
Right clasper length	9.0
Left clasper width	1.8
Right clasper width	1.8



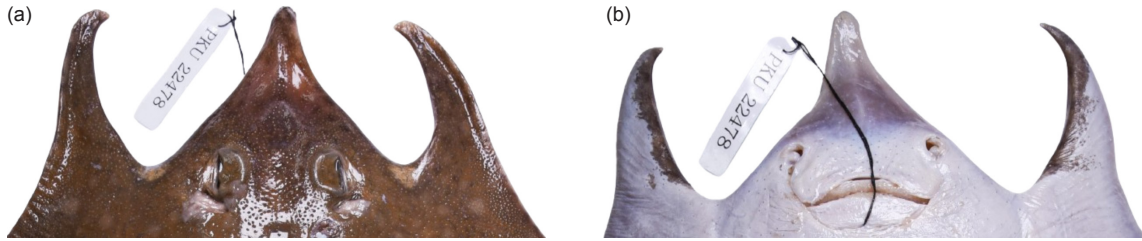


Fig. 4. Photos of (a) dorsal and (b) ventral view of abnormality part for *Bathyraja brachyurops* (Fowler, 1910), PKU 22478.

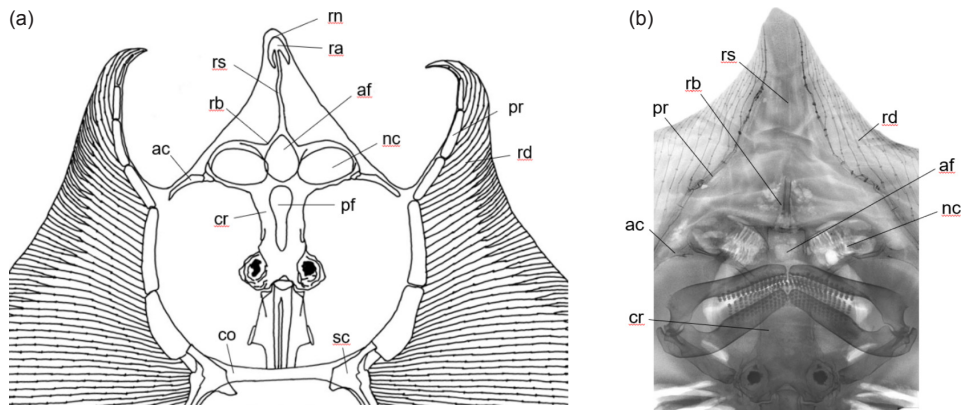


Fig. 5. Neurocranium and pterygia of the pectoral fin in (a) *Bathyraja brachyurops*, PKU 22478 and (b) *Bathyraja leucomelanos* (MNHN 2005-2740) (from Iglésias and Lévy-Hartmann, 2012). ac, Antorbital supporting cartilage; af, Anterior fontanelle; co, Coracoid; cr, Neurocranium; pr, Propterygium; rd, Radial; ra, Rostral appendix; rb, Rostral base; rn, Rostral node; rs, Rostral shaft; sc, Scapular.

측면에는 피습이 있으며 꼬리 끝으로 갈수록 피습이 넓어진다. 머리의 배쪽에는 콧구멍과 입이 있으며 nasal curtain으로 이어져 있다. 주둥이, 입, nasal curtain, 아가미 주변부에 로렌치니기관이 산재한다. 입 아래로는 5쌍의 새열이 있다. 본 개체는 일반적인 홍어류와 달리 주둥이 양옆에 뿔과 같은 특이한 구조를 보이는데(Fig. 4), 이는 유연하여 잘 휘어지고 끝으로 갈수록 뿔쪽 해지며 주둥이 쪽으로 약하게 휘어져 있다.

신경두개골은 Fig. 5에 나타내었으며, cr은 좁고 긴 형태이다(Fig. 5A). rb는 cr과 분리되어 있지 않고 rs와 연결된다. rs는 매우 가늘고 유연하며 잘 휘다. af는 넓은 물방울 모양으로 nc와 비슷한 크기이다. rd는 끝에서 분리되어 2갈래로 나뉜다. pr은 머리와 융합하지 못하고 분리되어 있으며, ac의 끝부분부터 분리된다.

악골은 Fig. 6에 나타내었으며, hmd는 길게 신장되어 있고 기부로 갈수록 좁아진다. md는 pq와 연결되는 부위로 갈수록 두껍고 pq를 지지한다. pq는 md보다 얇다.

체색

체반의 등쪽은 황갈색 바탕에 흰색과 검은색의 작고 얼은 반점이 희미하게 산재하며, 가슴지느러미 기부에는 크고 뚜렷한 1쌍의 흰색 반점이 존재한다. 등지느러미는 황갈색을 띠며 끝

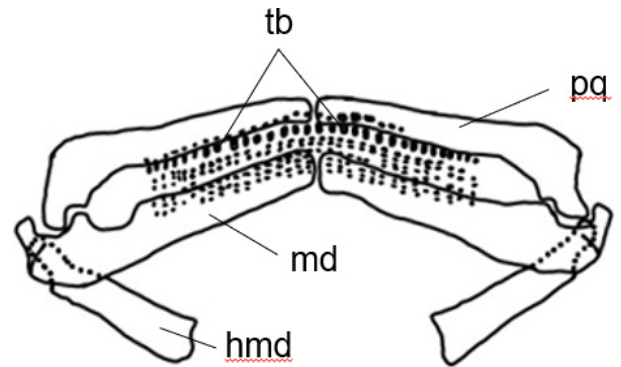


Fig. 6. Mandibular arch of *Bathyraja brachyurops*, PKU 22478. hmd, Hyomandibular cartilage; md, Mandibular cartilage; pq, Palatoquadrate cartilage; tb, Tooth band.

은 얼은 황색을 띤다. 체반의 배쪽은 흰색을 띠고, 주둥이와 입, nasal curtain, 아가미 주변에 분포하는 로렌치니기관은 검지 않다. 가슴지느러미와 배지느러미의 가장자리는 청회색을 띤다. 머리와 분리된 가슴지느러미의 안쪽 가장자리는 황갈색을 띠며 꼬리 피습은 반투명하고 황갈색을 띤다. 꼬리의 1/3 정도 지점에 흰색 반점이 좌우로 한 쌍 존재하고, 꼬리의 배쪽에 짙은

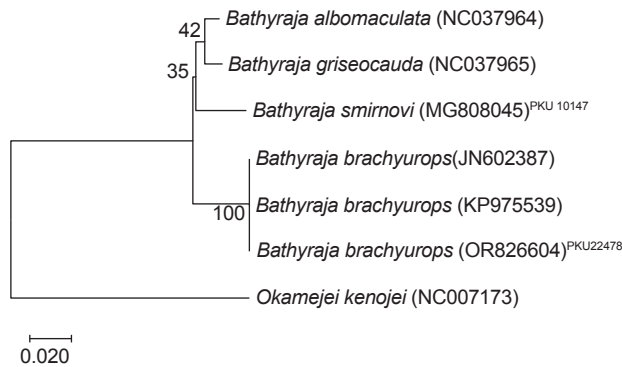


Fig. 7. Neighbor-joining tree based on COI sequences, showing the relationships among four species of the genus *Bathyraja* including *Bathyraja brachyurops*. *Okamejei kenojei* was included as an outgroup. Numbers at branches indicate bootstrap probabilities based on 1,000 bootstrap replications. The bottom bar indicates a genetic distance of 0.02. COI, Cytochrome c oxidase subunit I.

반점이 불규칙적으로 산재한다.

### 분포

남서대서양 공해(본 연구), 포클랜드(Arkipkin et al., 2008), 우루과이(Oddone and Paesch, 2023), 아르헨티나(Tschopp et al., 2020) 등에 분포한다.

### 분자분석

Mitochondrial DNA COI 영역의 염기서열 519 bp를 이용하여 *Bathyraja*속 어류 4종을 비교한 결과, 기형 *Bathyraja*속 어류 1개체(PKU 22478)는 정상 *B. brachyurops* 2개체와 100% bootstrap 값으로 유집되었다. 동일 속의 *B. albomaculata*와 *B. griseocauda*와는 4% 유전적 차이를 보였고, *B. smirnovi*와는 5% 유전적 차이를 보여 비교적 잘 구분되었다(Fig. 7).

### 비고

본종은 Kim et al. (2021)에 의해 남서대서양에서 채집된 *B. brachyurops* 1개체(표본번호, NO.0009348)를 대상으로 사진, 형태특징과 함께 “넓적코가오리”란 새로운 국명이 부여되었다. 이번에 남서대서양에서 처음 채집된 *B. brachyurops* 기형 1개체는 주둥이가 유연한 점, 체반 등쪽에 견갑극이나 안와극이 없는 점, 작은 돌기들이 머리와 가슴지느러미 가장자리, 몸 중앙을 따라 산재하고 있어 표면이 거칠며 이를 제외한 다른 부분은 매끄러운 점, 가슴지느러미 중앙 기부에 흰색의 큰 반점이 있는 점 등에서 Bizikov et al. (2004) 및 Last et al. (2016)이 제시한 *B. brachyurops*의 형태특징과 대부분 일치하였으나, 항극(nuchal thorns)이 없는 점, 교미기가 비교적 얇은 점(Fig. 3) 등에서 정상 *B. brachyurops*의 형태 특징과 조금 달랐다. 그러나, mtDNA COI 염기서열 분석에서는 *Bathyraja*속 기형이 NCBI

에 등록된 정상 *B. brachyurops* 2개체와 유전적으로 100% 일치하여 항극의 유무와 교미기 굵기에서의 차이는 기형에서 비롯된 것으로 사료된다.

본 종은 체반 등쪽 전체에 열고 희미한 흰색 반점들이 분포하고, 교미기가 굵지 않은 점에서 유사종인 *B. albomaculata*와 구분이 어려우나 등쪽의 체색(본 종은 갈색 또는 회갈색 vs. *B. albomaculata*는 회색)와 가슴지느러미 기부에 큰 흰색 반점 유무(본 종은 있음 vs. *B. albomaculata*는 없음)에서 구분된다.

가오리, 홍어류에 대한 기형현상은 북동대서양의 프랑스 연안과 남서대서양의 브라질 남쪽 해안 등 대서양에서 출현 보고가 많고, 남아메리카에 인접한 남태평양에서도 종종 발견된다(Ribeiro-Prado et al., 2008). 기형에는 가슴지느러미가 머리와 융합하지 못한 형태(Honma and Sugihara, 1971; Clarke, 2021) 등지느러미가 3개인 형태(Bhagyalekshmi and Kumar, 2019), 가슴지느러미가 2엽으로 나뉜 형태(Valderrama-Herrera et al., 2022), 꼬리가 없는 형태(Orlov, 2011), 척추가 휘고 주둥이 끝부분이 함입된 형태(Templeman, 1965), 백색증(Sandoval et al., 2006), 머리가 2개로 나뉘는 이두현상(Castro-Aguirre and Torres-Villegas, 1979), 암수 생식소가 공존하는 형태(Ribeiro-Prado et al., 2008) 등 다양한 형태가 알려져 있다. 이 중 가슴지느러미가 머리와 융합하지 못하는 기형의 출현빈도가 가장 높고 본 개체 또한 주둥이 양 옆의 빨과 같은 구조가 가슴지느러미와 머리가 융합하지 못한 여러 사례들(Templeman, 1965; Honma and Sugihara, 1971; Escobar-Sánchez et al., 2009; Clarke, 2021)과 유사한 기형 형태로 사료된다. 가오리, 홍어류는 초기 배아시기에 가슴지느러미가 머리와 분리되어 있고, 중기 배아시기에 가슴지느러미가 머리와 융합하여 완전한 체반을 형성한다(Thorson et al., 1983; Guang et al., 2022). 따라서 본 개체의 기형 발생은 같은 속의 *B. leucomelanos* 정상종(Iglésias and Lévy-Hartmann, 2012)에서는 rd를 지지하는 연골인 pr이 머리와 융합되어 있는 반면(Fig. 5B), *B. brachyurops* (PKU 22478)는 머리와 분리되어 있는 점을 미루어 보아 초기 배아시기에 가슴지느러미가 머리와 융합하지 못했기 때문으로 보인다(Bigelow and Schroeder, 1953). 목덜미에 소극이 없는 점, 교미기가 굵지 않은 점 같이 정상종(Kim et al., 2021)과 차이를 보이는 점 또한 기형에 의한 현상으로 추측되며, 교미기가 굵지 않은 점은 상대성장에 따른 차이일 수 있으므로 향후 재검토가 필요하다. *B. brachyurops*에 나타난 기형의 원인은 아직 불확실하지만, 이러한 기형현상은 불리한 환경조건(Ribeiro-Prado et al., 2008)과 상처를 유력한 원인으로 보고있다(Ribeiro-Prado et al., 2008; Bhagyalekshmi and Kumar, 2019). 이외에도 다양한 기형 형태는 유전적 이상(Bhagyalekshmi and Kumar, 2019), 근친교배(Sari et al., 2008), 기생충(Kelly et al., 2010), 종양, 나쁜 영양상태, 선천적 이상(Escobar-Sánchez et al., 2009) 등과 연관이 있으며, 정확한 원인파악을 위해 본 종과 다른 종들에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

## 사 사

시료 채집에 도움을 주신 최기철 국제옵서버 및 논문의 질적 향상을 위해 도움 주신 두분 심사위원께 감사드립니다. 이 연구는 국립수산물과학원 연구사업(R2023003)의 지원을 받아 수행되었습니다.

## References

- Agnew DJ, Nolan CP, Beddington JR and Baranowski R. 2000. Approaches to the assessment and management of the multispecies skate and ray fishery using the Falkland Islands fishery as an example. *Can J Fish Aquat Sci* 57, 429-440.
- Agnew D J, Nolan CP and Pompert J. 1999. Management of the Falkland Islands skate and ray fishery. In: Case Studies of the Management of Elasmobranch Fisheries. Shotton R, ed. FAO, Rome, Italy, 268-284.
- Arkhipkin AI, Baumgartner N, Brickle P, Laptikhovskiy VV, Pompert HW and Shcherbich ZN. 2008. Biology of the skates *Bathyrāja brachyurops* and *B. griseocauda* in waters around the Falkland Islands, Southwest Atlantic. *J Mar Sci* 65, 560-570. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn015>.
- Bhagyalekshmi V and Kumar AB. 2019. Morphological abnormalities of Indian Ring Skate, *Orbirāja powelli* (Alcock, 1898) (Rajiformes: Rajidae) collected in the Southwest Coast of India. *Thalassas* 36, 193-200. <https://doi.org/10.1007/s41208-019-00167-x>.
- Bigelow HB and Schroeder WC. 1953. Fishes of the Western North Atlantic. Part 2. Yale University Press, New Haven, CT, U.S.A.
- Bizikov VA, Arkhipkin AI, Laptikhovskiy VV and Pompert J. 2004. Identification Guide and Biology of the Falkland Islands Skates. Fisheries Department Falkland Island, Stanley, Falkland Islands.
- Castro-Aguirre JL and Torres-Villegas JR. 1979. Sobre un caso de bicefalia funcional en *Rhinoptera steindachneri* Evermann & Jenkins (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Batoidea), capturado en la costa occidental de Baja California, Mexico. *Cienc Mar* 6, 27-41. <https://doi.org/10.7773/cm.v6i1.351>.
- Clarke LJ. 2021. Morphological abnormality in thornback ray *Raja clavata* in the Irish Sea. *Environ Biol Fish* 104, 719-724. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01105-8>.
- Escobar-Sánchez O, Galván-Magaña F, Downton-Hoffmann CA, Carrera-Fernández M and Alatorre-Ramírez VG. 2009. First record of a morphological abnormality in the longtail stingray *Dasyatis longa* (Myliobatiformes: Dasyatidae) in the Gulf of California, Mexico. *Mar Biodivers Rec* 2, e26. <https://doi.org/10.1017/S1755267208000304>.
- Fowler HW. 1910. Notes on batoid fishes. *Proc Acad Nat Sci Philadelphia* 62, 468-475.
- Guang G, Zhizhong X, Yuting M, Xiao C, Yongshuang X and Jun L. 2022. How the skate embryo develops: A fine developmental timeline of Kong Skate *Okamejei kenojei* (Müller & Henle, 1841). *Front Mar Sci* 9, 831926. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.831926>.
- Hall TA. 1999. BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl Acids Symp Ser* 41, 95-98.
- Honma Y and Sugihara C. 1971. A stingray, *Dasyatis akajei*, with aberrant pectoral fins from the Japan Sea. *Jpn J Ichthyol* 18, 187-189.
- Hubbs CL and Ishiyama R. 1968. Methods for the taxonomic study and description of skates (Rajidae). *Copeia* 1968, 483-491. <https://doi.org/10.2307/1442016>.
- Iglésias SP and Lévy-Hartmann L. 2012. *Bathyrāja leucomelanos*, a new species of softnose skate (Chondrichthyes: Arhynchobatidae) from New Caledonia. *Ichthyol Res* 59, 38-48. <https://doi.org/10.1007/s10228-011-0254-y>.
- Jeong CH and Nakabo T. 1997. *Raja koreana*, a new species of skate (Elasmobranchii, Rajoidei) from Korea. *Ichthyol Res* 44, 413-420. <https://doi.org/10.1007/BF02671993>.
- Jo HS, Kim KH, Kim MJ, Kim HJ, Jeong GS, Cha BY, Choi JD, Heu MS and Kim JS. 2013. Comparison of quality characteristics between imported skate rays. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 245-251. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0245>.
- Kelly DW, Thomas H, Thieltges DW, Poulin R and Tompkins DM. 2010. Trematode infection causes malformations and population effects in a declining New Zealand fish. *J Anim Ecol* 79, 445-452. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2009.01636.x>.
- Kim JK, Kwon HJ, Yu JH, Lee YJ and Choi SW. 2021. Fishes of the High Seas. Junghaengsa Publishing, Seoul, Korea, 52-53.
- Kimura M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitution through comparative studies of nucleotide sequences. *J Mol Evol* 16, 111-120. <https://doi.org/10.1007/BF01731581>.
- Ku JE, Kim EJ and Choi SG. 2021. Characteristics of Korean trawl fisheries in the Southwest Atlantic Ocean. *Korean J Fish Aquat Sci* 54, 517-525. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0517>.
- Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C and Tamura K. 2018. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Mol Biol Evol* 35, 1547-1549. <http://doi.org/10.1093/molbev/msy096>.
- Last P, Naylor G, Séret B, White W, Stehmann M and de Carvalho M. 2016. Rays of the World. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia, 47.
- López HL, García ML and San Román NA. 1996. Lista comentada de la ictiofauna del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Centro Austral de Investigaciones Científicas, Ushuaia, Argentina, 1-85.
- Mabragaña E, Díaz de Astarloa JM, Hanner R, Zhang J and



- González Castro M. 2011. DNA barcoding identifies Argentine fishes from marine and brackish waters. *PLoS One* 6, 1-45. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028655>.
- Oddone MC and Paesch L. 2023. Record of an encapsulated embryo of *Bathyraja brachyurops* captured by bottom trawl off Uruguay, South-West Atlantic ocean. *Int J Hydro* 7, 182-183. <https://doi.org/10.15406/ijh.2023.07.00354>.
- Orlov AM. 2011. Record of a tailless Richardson's ray *Bathyraja richardsoni* (Garrick, 1961) (Rajiformes: Arhynchobatidae) caught off the Mid-Atlantic ridge. *Pan Am J Aquat Sci* 6, 232-236.
- Orr JW, Stevenson DE, Hoff GR, Spies I and McEachran JD. 2011. *Bathyraja panthera*, a new species of skate (Rajidae: Arhynchobatinae) from the western Aleutian Islands, and resurrection of the subgenus *Arctoraja* Ishiyama. NOAA Professional Papers NMFS 11. US Department of Commerce, Seattle, WA, U.S.A., 1-50.
- Pequeño G and Lamilla J. 1985. Estudio sobre una colección de rayas del sur de Chile (Chondrichthyes, Rajidae). *Rev Biol Mar Valparaiso* 21, 225-271.
- Ribeiro-Prado CC, Oddone M, Gonzalez M, de Amorim AF and Capapé C. 2008. Morphological abnormalities in skates and rays (Chondrichthyes) from off southeastern Brazil. *Arq Ciên Mar* 41, 21-28. <https://doi.org/10.32360/ACMAR.V41I2.6058>.
- Sandoval-Castillo J, Mariano-Melendez E, Villavicencio-Garayzar CJ. 2006. New records of albinism in two elasmobranchs: the tiger shark *Galeocerdo cuvier* and the giant electric ray *Narcine entemedor*. *Cybium* 30, 191-192.
- Sari BE, Aribi M and Saari B. 2008. Effect of Endogamy and consanguinity on the development of labial venous malformations in area of Tlemcen (West Algeria). *Open Genomics J* 1, 1-5.
- Stevenson DE, Orr JW, Hoff GR and McEachran JD. 2004. *Bathyraja mariposa*: a new species of skate (Rajidae: Arhynchobatinae) from the Aleutian Islands. *Copeia* 2004, 305-314. <https://doi.org/10.1643/CI-03-236R1>.
- Templeman W. 1965. Some abnormalities in skates (*Raja*) of the Newfoundland Area. *J Fish Res Board Can* 22, 237-238. <https://doi.org/10.1139/f65-023>.
- Thompson JD, Higgins DG and Gibson TJ. 1994. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucl Acids Res* 22, 4673-4680. <https://doi.org/10.1093/nar/22.22.4673>.
- Thorson TB, Langhammer JK and Oetinger MI. 1983. Reproduction and development of the South American freshwater stingrays, *Potamotrygon circularis* and *P. motoro*. *Environ Biol Fishes* 9, 3-24. <https://doi.org/10.1007/BF00001055>.
- Tschopp A, Cristiani F, García NA, Crespo EA and Coscarella MA. 2020. Trophic niche partitioning of five skate species of genus *Bathyraja* in northern and central Patagonia, Argentina. *J Fish Biol* 97, 656-667. <https://doi.org/10.1111/jfb.14416>.
- Valderrama-Herrera M, Kanagusuku K and Ramírez-Amaro S. 2022. Morphological abnormalities in the Chilean eagle ray *Myliobatis chilensis* (Myliobatiformes: Myliobatidae) off the Peruvian coast, Southeast Pacific. *Univ Sci* 27, 292-312. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC273.mait>.