

# 한국 동해 연안에서 채집된 넓적코가오리과(홍어목) 어류 1미기록종, *Bathyrāja smirnovi*의 첫기록

박민균 · 김진구\*

국립부경대학교 수산생명과학부 자원생물학전공

## First Reliable Record of the Golden Skate, *Bathyrāja smirnovi* (Soldatov and Pavlenko, 1915) (Rajiformes: Arhynchobatidae), from the Eastern Coast of Korea

Min-Gyun Park and Jin-Koo Kim\*

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

Two specimens of *Bathyrāja smirnovi* (381 mm and 673 mm in total length), belonging to the family Arhynchobatidae in the order Rajiformes were collected from the eastern coast of Korea using trawls and gill nets in 2011 and 2014. These specimens exhibited distinct morphological characteristics, including small denticles distributed only along the edge of the disc and mid-dorsum, and the absence of a complete row of med-dorsal thorns. Morphologically, *B. smirnovi* closely resembles *B. bergi*, *B. isotrachys*, and *B. simoterus*. However, it could be distinguished from *B. bergi* by the limited distribution of denticles along the edge of the disc and mid-dorsum. Additionally, it differs from *B. isotrachys* in the presence of scapular thorns and from *B. simoterus* in the absence of mid-dorsal thorns. The Korean name 'Geum-ga-o-ri' for *B. smirnovi* was adopted in this study, as proposed by Kim and Ryu (2016).

Keywords: *Bathyrāja smirnovi*, Arhynchobatidae, Rajiformes, First reliable record, Korea

### 서론

홍어목(Rajiformes) 넓적코가오리과(Arhynchobatidae) (Kim et al., 2021) 어류는 전 해역에 걸쳐 분포하지만, 주로 극지방과 온대지역에 가장 많이 분포하며, 주 분포지역은 북태평양과 남서대서양으로 얇은 연안에서 3,000 m 이상의 깊은 수심까지 서식한다(Compagno, 1990; Last et al., 2016; Kim et al., 2021). 넓적코가오리과 어류는 형태적 유사성으로 과거 홍어과(Rajidae)에 소속되었으나, 주둥이가 다소 축소되어 있고 주둥이 연골이 부드럽고 유연한 형태를 띠며, 견갑오뎀골(scapulocoracoid)에 튼튼한 앞쪽 연결부(anterior bridge)가 존재하고, 수컷은 끝이 넓적한 손가락 모양의 측면 가장자리가 날카롭지 않은 교미기를 가지는 특징에 의거 Compagno (1999)에 의해 별과로 분류되어 인정받고 있다(Last et al., 2016). 따라서, 넓적코가오리과 어류에는 전세계적으로 13속 111종이 소속되어 있다(Fricke et al., 2024). 본 과는 Kim et al. (2021)에

의해 “넓적코가오리과”라는 새로운 국명이 부여되었으며, Last et al. (2016)의 기준에 따르면 국내에는 MABIK (2023)이 홍어과(Rajidae)로 보고한 바닷가오리(*Bathyrāja bergi*), 저자가오리(*Bathyrāja isotrachys*)의 2종이 본 과에 배치될수 있다. 넓적코가오리과에 속하는 저자가오리속(*Bathyrāja*)은 Ishiyama (1958)가 *Breviraja* Bigelow & Schroeder의 하위 속으로 기술했으나, Ishiyama and Hubbs (1968)에 의해 별속으로 승격되었다. 한편 Dyldin (2015)은 *Arctoraja* 아속에 포함되던 *Bathyrāja smirnovi*, *B. parmifera*, *B. simoterus*, *B. panthera*의 4종을 *Arctoraja*속으로 사용할 것을 제안하였으나, 저자가오리속(*Bathyrāja*)과 *Arctoraja* 아속에 대한 계통 연구가 이루어지지 않은 점, 대부분의 학자들이 *Arctoraja*속을 인정하지 않는 점 (Motomura, 2020; FishBase, 2024) 등에 의거 본 연구에서는 저자가오리속(*Bathyrāja*)을 사용하였다. 저자가오리속 어류는 전엽과 후엽으로 나뉘는 2개의 배지느러미를 가지고, 꼬리에 2개의 작은 등지느러미와 꼬리지느러미가 있으며, 가슴지느러미

\*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.2025.0053>

Korean J Fish Aquat Sci 58(1), 53-59, February 2025

Received 24 December 2024; Revised 6 February 2025; Accepted 18 February 2025

저자 직위: 박민균(대학원생), 김진구(교수)

골격의 앞쪽 부분이 주둥이 끝에 도달하고, 꼬리에 1렬의 중앙렬 꼬리 소극(median tail thorns)을 가진다. 저자가오리속 어류는 전 세계적으로 57종이 보고되어 있으며, 냉, 온대해역의 연안에서 3,000 m의 깊은 수심까지 서식한다(Fricke et al., 2024). 저자가오리속 어류는 넓적코가오리과 내에서 가장 다양한 종을 포함하는 속으로 어업의 대상이 되고 있으며, 부수어획물로도 자주 잡히고 있다(Díaz de Astarloa and Mabragán, 2004). 국내 저자가오리속 어류에는 바다가오리(*B. bergi*)와 저자가오리(*B. isotrachys*) 2종이 알려져 있다(Jeong, 1999; NIBR, 2023). *B. smirnovi*는 58–1,125 m의 수심에서 발견되며, 대부분의 흉어 종에서 암컷이 수컷보다 큰 크기에서 성숙하는 것과 달리(Ebert et al., 2008; Hoff, 2008) *B. smirnovi*는 수컷이 전장(total length, TL) 약 100 cm, 암컷은 약 92 cm에서 성숙에 도달한다(IUCN, 2020). 본 종은 일본에서 저층트롤과 연승어업에서 부수어획물로 흔히 잡히고 있으며(IUCN, 2020), 일본 서부해역에서 가장 중요한 흉어류 중 하나이다(Hunt et al., 2011). 국내에서는 Kim and Ryu (2016)가 *B. smirnovi* (PKU 10147)의 사진과 채집지역 및 국명을 간단하게 제시한 바 있으나 아직 표본에 근거한 공식적인 보고는 전무한 실정이다. 따라서, 본 연구는 우리나라 동해 연안에서 채집된 *B. smirnovi* 2개체를 통해 이들의 형태 및 유전학적 특징을 상세히 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

본 연구는 2011년 2월 강원도 속초 앞바다에서 자망에 의해 채집된 1개체(MABIK PI00062190; 이전번호, PKU 63226) 및 2014년 1월 경북 포항 앞바다에서 저인망에 의해 채집된 1개체(PKU 10147)를 대상으로 형태 및 분자 특성을 조사하였다. 계수 및 계측은 Hubbs and Ishiyama (1968), Last et al. (2008), Orr et al. (2011), Stevenson et al. (2004)의 방법을 따랐으며, 몸의 각 부위는 버니어캘리퍼스로 0.1 mm 단위까지 측정하였고, 각 측정 값은 TL에 대한 백분비로 환산하였다.

총 DNA는 성어의 근육에서 Chelex 100 resin (Bio-rad, USA)을 이용하여 추출하였다. 중합효소 연쇄 반응(polymerase chain reaction, PCR)은 미토콘드리아 DNA의 COI 영역을 대상으로 실시하였다. MtDNA COI 영역의 증폭에는 FishF2(5'-TCG ACT AAT CAT AAA GAT ATC GGC AC-3')와 FishR2 (5'-ACT TCA GGG TGA CCG AAG AAT CAG AA-3') primer (Ward et al., 2005)를 이용하였다. PCR은 10X PCR buffer 2  $\mu$ L, dNTP 1.6  $\mu$ L, FishF2 primer 1  $\mu$ L, FishR2 primer 1  $\mu$ L, Ex-Taq polymerase 0.1  $\mu$ L를 섞은 혼합물에 total DNA 2  $\mu$ L를 첨가한 후, 총 volume이 20  $\mu$ L가 될 때까지 3차 증류수를 넣고 Thermal Cycler (T100TM; Bio-Rad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 이용하여 다음과 같은 조건에서 PCR을 수행하였다[Initial denaturation 95°C에서 5분; PCR reaction 35 cycles (denaturation 94°C에서 30초, annealing 52°C에서 45초, extension 72°C에서 45초); final

extension 72°C에서 7분]. 염기서열 정렬은 BioEdit version 7 (Hall, 1999)의 Clustal W (Thompson et al., 1994)를 이용하여 정렬하였으며, 유전거리는 Mega X (Kumar et al., 2018)의 pairwise distance를 Kimura-2-parameter모델(Kimura, 1980)로 계산하였다. Maximum likelihood tree는 Mega X (Kumar et al., 2018) 프로그램으로 작성하였으며, jModelTest 2.1.10 (Darriba et al., 2012)를 사용해 진화 모델을 알아보고 GTR+I 모델이 선택되었다. 신뢰도는 bootstrap 방식으로 1,000번 수행하였다. NCBI (National Center for Biotechnology Information)에서 accession number (MG860926, MG808045)를 부여 받았고, COI 영역 염기서열의 비교를 위해, NCBI에 등록된 *B. bergi* (KF991391), *B. isotrachys* (LC426910), *B. smirnovi* (LC426905, FJ869231)의 염기서열을 사용하였으며, 외집단으로 흉어(*Okamejei kenojei*) 1개체(NC007173)를 비교하였다.

## 결과 및 고찰

*Bathyraja smirnovi* (Soldatov and Pavlenko, 1915) (Fig. 1, Table 1)

(Korea name: Geum-ga-o-ri)

*Raja smirnovi* Soldatov and Pavlenko, 1915:162 (type locality: Peter the Great bay, Russia)

*Breviraja smirnovi*: Ishiyama, 1952:6-9 (Japan)

*Breviraja smirnovi smirnovi*: Ishiyama, 1958:149 (Japan)

*Breviraja smirnovi ankasube*: Ishiyama, 1958:151 (Japan)

*Bathyraja arctoraja smirnovi*: Orr et al., 2011: 41 (United States); Misawa et al., 2020: 533 (Japan)

*Bathyraja smirnovi*: Kato, 1971 (Japan); Masuda et al., 1984: 14 (Japan); McEachran and Dunn, 1998: 286 (United States); Hatooka et al., 2013: 205-216 (Japan); Parin et al., 2014: 33 (Russia); Kim and Ryu, 2016: 63 (Korea); Kim et al., 2020: 45 (Korea); Motomura, 2020: 14 (Japan)

## 관찰표본

MABIK PI00062190 (이전번호: PKU 63226), 1개체, TL: 381 mm, 채집지역: 강원도 속초, 채집시기: 2011년 2월 16일, 채집자: 박정호, 사용어구: 자망; PKU 10147, 1개체, TL: 673 mm, 채집지역: 경상북도 포항, 채집시기: 2014년 1월 17일, 채집자: 이우준, 사용어구: 저인망.

## 기재

계수 및 계측값은 Table 1과 같다. TL 673 mm의 어체(Fig. 1)의 형태는 폭이 넓은 마름모꼴로, 체반의 폭이 체반의 길이보다 긴 형태이며, 몸의 약 1/3–1/4 지점에서 체반폭이 가장 넓다. 체고는 몸 중심에서 가장 높고 머리, 가슴지느러미, 꼬리 등 몸의 가장자리로 갈수록 체고가 낮아진다. 주둥이는 매우 유연하

Table 1. Comparison of the morphological characters of *Bathyraja smirnovi*

Morphological character	Present study		Orr et al. (2011)	
	MABIK PI00062190 (PKU 63226)	PKU 10147	Paratype	Non-type
Number of specimen	1	1	1	8–71
Sex	male	female	female	All
Counts				
Nuchal thorns	4	3	2	1–4
Scapular thorns	2	2	1	1–2
Mid-dorsal thorns	0	0	0	0–4
Tail thorns	31	24	22	17–31
Interdorsal thorns	1	1	1	0–2
Measurements				
Total length (mm)	381.0	673.0	525.0	237.0–1015.0
In % of total length				
Disk length	58.8	54.7	57.5	52.8–66.0
Disk width	73.4	75.8	68.3	65.9–82.2
Anterior projection	32.7	25.2	-	-
Snout length	16.2	15.2	16.1	13.1–18.2
Head length	19.9	31.9	22.1	20.4–25.9
Orbit length	3.7	3.9	4.0	3.6–5.6
Eyeball length	2.0	2.3	-	-
Interorbital width	4.1	8.6	6.2	4.3–6.2
Spiracle length	2.7	3.1	-	-
Interspiracular width	7.8	7.4	-	-
Preoral length	15.3	10.6	-	-
Mouth width	3.6	4.6	-	-
Prenarial length	12.1	10.5	-	-
Internarial distance	6.5	7.8	-	-
Nasal curtain length	2.9	2.6	-	-
Nasal curtain width	7.5	8.5	-	-
Width of first gill slit	1.6	1.9	1.5	1.2–2.6
Width of fifth gill slit	1.3	1.8	1.3	0.8–1.9
Length between first gill slits	17.7	15.3	17.5	16.3–20.3
Length between fifth gill slits	12.2	12.6	12.8	10.3–15.4
Precaudal length	54.6	57.3	-	-
Tail length	45.4	42.7	46.7	41.6–50.4
First dorsal fin length	3.9	3.3	3.3	2.8–4.5
Second dorsal fin length	3.7	3.3	-	2.9–4.4
First dorsal fin height	2.8	2.9	2.3	1.6–4.4
First dorsal fin origin to caudal-fin tip	11.3	9.8	11.6	8.4–13.4
Second dorsal fin origin to caudal-fin tip	7.2	5.5	6.7	4.9–8.9
Anterior pelvic lobe length	10.7	10.5	9.6	9.4–16.5
Posterior pelvic lobe length	16.8	14.7	15.0	14.4–23
Left clasper length	5.1	-	-	-
Right clasper length	5.6	-	-	-

MABIK, Marine Biodiversity Institute of Korea; PKU, Pukyong National University.

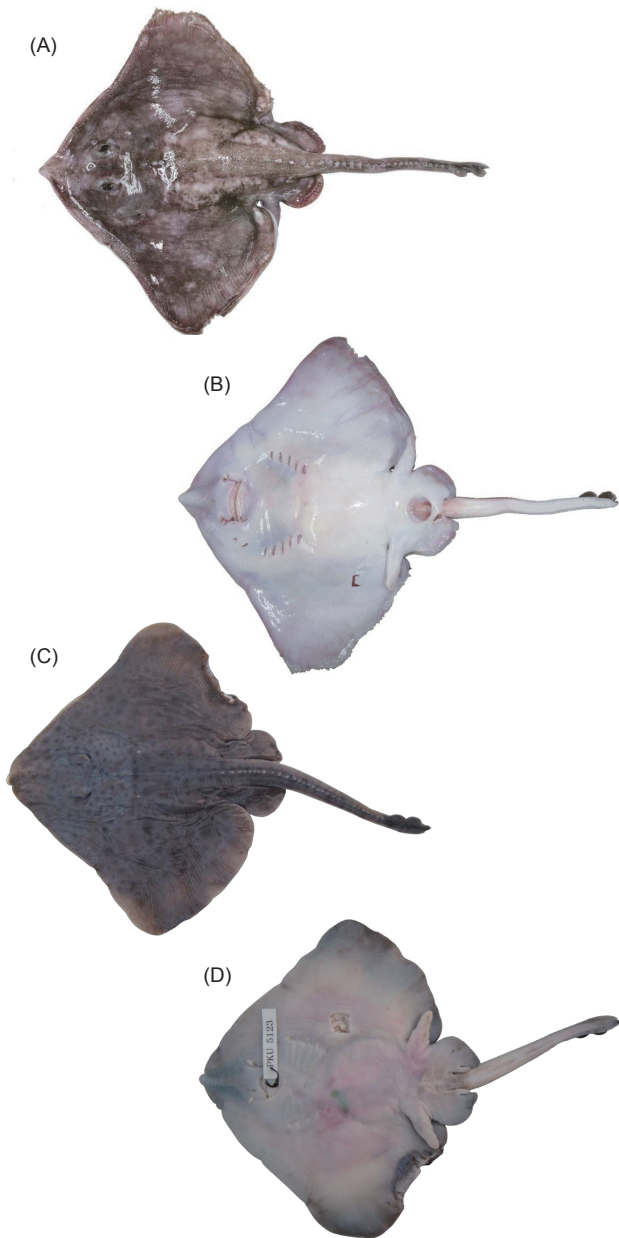


Fig. 1. Photos of dorsal view (A, C) and ventral view (B, D) for *Bathyraja smirnovi* (Soldatov and pavlenko, 1915): PKU 10147 (673 mm in total length) and MABIK PI00062190 (PKU 63226) (381 mm in total length) were collected from Pohang (A-B) and Sokcho (C-D), respectively. MABIK, Marine Biodiversity Institute of Korea; PKU, Pukyong National University.

고 끝이 뭉툭하다. 분수공은 눈 뒤에 위치하며 비스듬하게 열려있다. 배지느러미는 2엽으로 전엽과 후엽으로 나뉘어져 있으며, 전엽은 가늘고 약간 납작한 원통모양으로 좌우로 뻗어있고, 가슴지느러미 후반부에 덮여있다. 배지느러미 후엽은 넓고 편평한 형태로 가장자리로 갈수록 얇은 형태이다. 수컷의 경우

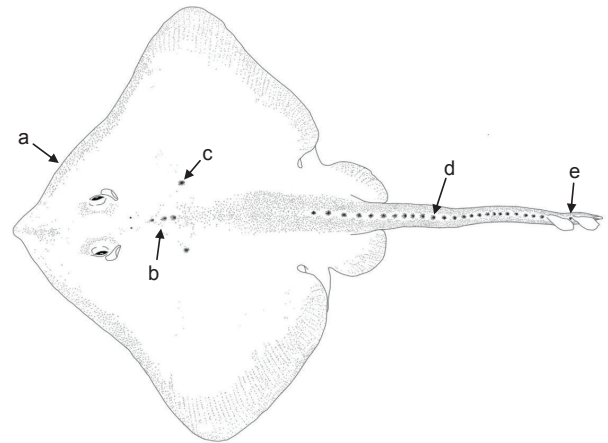


Fig. 2. Drawing of dorsal view for *Bathyraja smirnovi* (PKU 10147), showing distinctive thorns. a, Denticles; b, Nuchal thorns; c, Scapular thorns; d, Median tail thorns; e, Interdorsal thorns. PKU, Pukyong National University.

배지느러미 후엽 아래에 좌우로 1쌍의 꼬미기가 존재한다. 제 1등지느러미와 제 2등지느러미는 반타원 모양으로 꼬리 끝부분에 위치하고 제 2등지느러미 뒤에 등지느러미보다 작은 반타원 모양의 꼬리지느러미가 있다. 꼬리 측면에는 끝으로 갈수록 넓어지는 피습이 있다. 체반 등쪽(Fig. 2)에는 3-4개의 항극(nuchal thorns), 2개의 견갑극(scapular thorns)이 있고, 분수공과 항극 사이 부분에 양쪽으로 1쌍의 매우 작은 극이 평행하게 위치해 있다. 눈 위, 가슴지느러미 가장자리, 주둥이의 중앙부분에 작은 돌기들이 산재하여 있으며, 항극 뒤쪽부터 몸통의 중앙을 따라서도 작은 돌기(denticles)들이 산재하여 거칠고, 다른 부분은 매끄럽다. 꼬리의 등쪽에는 배지느러미 후엽의 기점부터 24-31개의 중앙렬 꼬리 소극(median tail thorns)이 제 1등지느러미 기부 앞까지 이어져 있으며 꼬리 소극이 있는 중앙과 꼬리의 배쪽면을 제외한 부분에는 작은 돌기들이 산재해 있다. 항극과 중앙렬 꼬리 소극 사이에는 중앙렬 소극(mid-dorsal thorns)이 없으며, 두개의 등지느러미 사이에는 1개의 등지느러미 사이 소극(interdorsal thorns)이 나 있다. 머리의 배쪽에는 콧구멍과 입이 있고, nasal curtain으로 이어져 있다. nasal curtain의 아랫쪽 가장자리는 위턱을 덮지않아 위턱이 노출되어 있다. 주둥이, 입, nasal curtain, 아가미 주변부에 로렌치니기관이 산재해 있지만 검게 착색되어 있지 않고 두드러지지 않는다. 입 아래에 5쌍의 새열이 있고, 5번째 새열이 가장 작다.

### 채색

신선한 상태에서 눈은 노란색을 띠며 체반의 등쪽은 전체적으로 진한 갈색을 띤다. 일부 개체(MABIK PI00062190; 이전번호, PKU 63226; Fig. 1)는 전체적으로 회갈색을 띠며 어두운 갈색 반점이 체반 전체에 분포한다. 배쪽은 체반 가장자리만 옅은 갈색을 띠고 대체로 희다. 포르말린 고정 후 체반의 등쪽은 전체

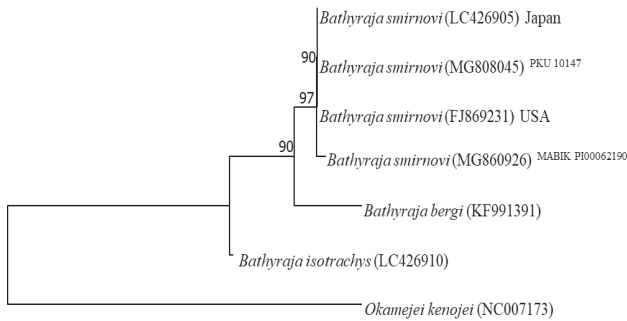


Fig. 3. Maximum likelihood tree constructed by mtCOI sequences, showing the relationships among three species of the genus *Bathyraja* including *B. smirnovi*. *Okamejei kenojei* was included as an outgroup. Numbers at branches indicate bootstrap probabilities based on 1,000 bootstrap replications. The bottom bar indicates a genetic distance of 0.02.

적으로 열린 갈색 또는 짙은 갈색 반점이 분포하며 배쪽은 전체적으로 열린 노랑색을 띤다.

**분포**

한국 동해(본 연구), 일본(Masuda et al., 1984) 러시아(Soldatov and Pavlenko, 1915) 등 북서태평양에 서식한다.

**분자분석**

Mitochondrial DNA COI 영역의 염기서열을 이용하여 저자가오리속 어류 3종을 비교한 결과, 한국산 넓적코가오리과 2개체(MABIK PI00062190; 이전번호, PKU 63226; PKU 10147)는 일본과 미국의 *B. smirnovi*와 99.64–100% 일치하였고, 동일 속의 바닥가오리(*B. bergi*), 저자가오리(*B. isotrachys*)와는 3.52–3.71%의 유전적 차이를 보여 비교적 잘 구분되었다(Fig. 3).

**비고**

한국의 동해에서 채집된 넓적코가오리과(Arhynchobatidae) 2개체는 배지느러미의 전엽과 후엽이 모두 가슴지느러미 뒤쪽에 있으며 곡선모양으로 부드럽게 이어지는 점, 체반의 가장자리, 중앙부, 및 꼬리에 작은 돌기(denticles)가 발달한 점, 항극(nuchal thorns)과 꼬리 소극(tail thorns)이 중앙렬 소극(mid-

dorsal thorns)으로 연결되지 않는 점에서 Orr et al. (2011) 및 Hatooka et al. (2013)이 제시한 *B. smirnovi*의 형태특징과 대부분 일치하였다(Table 1). 본 종은 Table 2와 같이 동일 속에서 외부형태가 가장 유사한 종인 *B. simoterus*와는 중앙렬 소극(mid-dorsal thorns)의 유무(본 종은 항극과 꼬리소극이 중앙렬 소극으로 연결되지 않음 vs *B. simoterus*는 중앙렬 소극으로 연결됨)에서 구분된다. 국내에 서식하는 동일 속의 바닥가오리(*B. bergi*)와는 체반 등쪽에 나 있는 작은 돌기(denticles)의 분포(본종은 체반 가장자리, 중앙부, 꼬리부위에만 발달 vs 바닥가오리는 몸 전체에 고루 분포)에서 구분되며, 저자가오리(*B. isotrachys*)와는 견갑극(Scapular thorns) 유무에서 구분된다(본 종은 2개를 가짐 vs 저자가오리는 없음). 본 연구에서 사용된 2개체의 표본 중 1개체(PKU 10147)는 진한 갈색 바탕에 어두운 반점이 없는 반면, 다른 1개체(MABIK PI00062190; 이전번호, PKU 63226)는 체반의 등쪽이 회갈색 바탕에 어두운 갈색 반점이 몸 등쪽 전체에 산재해 있어 뚜렷한 체색 차이를 보였다(Fig. 1). 이러한 체색 차이는 과거 매우 다양한 동종이명(synonym)을 양산하였다. 예를 들면, 별종으로 간주되던 *Raja japonica*와 *Raja porosa*는 광범위한 표본 조사를 통해 홍어(*O. kenojei*)의 동종이명으로 밝혀졌다(Ishihara, 1987). 또한, Urotrygonidae에 속하는 *Urobatis jamicensis*는 다양한 환경 조건에서 스스로 체색 변화를 조절할 수 있다(Gunn, 2018). 이와 같이 홍어류와 가오리류 중 일부는 환경에 따라 다양한 체색을 가질 수 있으며, 본 연구에서 사용된 표본 2개체의 체색 차이는 홍어류와 가오리류에서 볼 수 있는 다양한 종내 체색 변이 중 하나일 것으로 생각된다. 이를 뒷받침하기 위해 본 연구에서 사용된 2개체의 미토콘드리아 DNA COI 영역의 염기서열을 비교 분석하였다. 한국산 넓적코가오리과 2개 중 1개체(MABIK PI00062190; 이전번호, PKU 63226)와 다른 1개체(PKU 10147), 일본(LC426905), 미국(FJ869231)개체 사이의 0.36% 유전거리는 종내 변이일 것으로 사료된다.

체색 차이 외 다른 외부형질에서도 차이가 있는데, 계수형질 중 항극(nuchal thorns)은 큰 개체(TL, 673 mm)가 3개, 작은 개체(TL, 381 mm)가 4개이며, 중앙렬 꼬리 소극(median tail thorns) 또한 큰 개체(TL, 673 mm)가 24개, 작은 개체(TL, 381 mm)가 31개로, 이는 성장에 따라 항극과 꼬리 소극이 감소하는 것으로 보인다. 따라서 항극과 꼬리 소극의 수를 분류형질로 사용할 때 주의가 필요하다. 이러한 체색과 계수형질 차이의 원인을 정확히 파악하기 위해서는 본 종과 다양한 크기의 다

Table 2. Comparison of diagnostic characters among *Bathyraja* spp.

Morphological character	<i>B. smirnovi</i>	<i>B. simoterus</i>	<i>B. bergi</i>	<i>B. isotrachys</i>
Mid-dorsal thorns	Absent	Present	Absent	Absent
Distribution of denticles	Edge of the upper disc and mid-dorsum	Edge of the upper disc and mid-dorsum	Uniformly on the upper disc	Uniformly on the upper disc
Scapular thons	2	2	2	0

른 표본을 대상으로 추가적인 연구가 필요하다. 한편, Orr et al. (2011)에서 형태학적 및 유전학적 분석을 통해 *Arctoraja*가 저자가오리속(*Bathyrāja*)의 아속으로서 유효함이 확인되었고, 이에 따라 *Bathyrāja smirnovi*는 *B. parmifera*, *B. simoterus*, *B. panthera*와 함께 *Arctoraja* 아속의 유효한 종으로 인정되었다. 이후 Dyldin (2015)에 의해 *Arctoraja* 아속이 별개의 속으로 승격될 것이 제안되었으나, 정확한 계통 분석이 이루어지지 않아 저자가오리속(*Bathyrāja*)과 *Arctoraja* 아속에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 또한, Ishiyama (1958)는 *B. smirnovi*를 형태적 특징에 따라 2개 아속으로 구분시켰으며 Orr et al. (2011)은 *B. smirnovi*에 북방계군과 남방계군의 존재 가능성을 제시했기 때문에 국내에 서식하는 *B. smirnovi*가 어느 계군에 속하는지에 대한 추후 더 많은 표본을 대상으로 면밀한 재검토가 필요하다. 본 연구에서 조사된 *Bathyrāja smirnovi*의 한국명으로 Kim and Ryu (2016)가 제안한 ‘금가오리’를 따른다.

## 사 사

이 연구는 국립해양생물자원관 ‘해양생명자원 기탁등록보존 기관 운영(2025)’ 사업의 지원을 받아 수행되었습니다. 표본을 제공해 주신 박정호박사(국립수산과학원), 이우준소장(해양생물다양성연구소), 그리고 세심하게 본 논문을 검토해 주신 심사위원께 감사드립니다.

## References

- Compagno LJV. 1990. Evolution and diversity of sharks. In: Discovering Sharks. Gruber SH, ed. Amer Lit Soc Highlands, NJ, U.S.A., 15-22.
- Compagno LJV. 1999. Systematics and body form. In: Sharks, Skates and Rays. The Biology of Elasmobranch Fishes. Hamlett WC, ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, U.S.A., 1-42.
- Darriba D, Taboada GL, Doallo R and Posada D. 2012. jModel-Test 2: More models, new heuristics and parallel computing. Nat Methods 9, 772. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2109>.
- Díaz de Astarloa JM and Mabrugaña E. 2004. *Bathyrāja cous-seauae* sp. n., a new softnose skate from the southwestern Atlantic (Rajiformes, Rajidae). Copeia 2004, 326-335. <https://doi.org/10.1643/CI-03-121R2>.
- Dyldin YV. 2015. Annotated checklist of the sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) from waters of Russia and adjacent areas. Publ Seto Mar Biol Lab 43, 40-91. <https://doi.org/10.5134/197957>.
- Ebert DA, Compagno LJV and Cowley PD. 2008. Aspects of the reproductive biology of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei) from southern Africa. ICES J Mar Sci 65, 81-102. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm169>.
- Fricke R, Eschmeyer WN and Van der Laan R. 2024. Eschmeyer's Catalog of Fishes. Retrieved from <http://researcharchive.calacademy.org/research/Ichthyology/catalog/fishcat-main.asp> on Aug 14, 2024.
- FishBase. 2024. *Bathyrāja smirnovi* (Soldatov & Pavlenko, 1915). Retrieved from <https://www.fishbase.se/summary/Bathyrāja-smirnovi.html> on Aug 14, 2024.
- Gunn TR. 2018. Environmental and physiological regulation of yellow stingray color change. Ph. D. Thesis, Georgia Southern University, Statesboro, GA, U.S.A.
- 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.
- Hatooka K, Yamada U, Aizawa M, Yamaguchi A and Yagishita N. 2013. Rajidae. In: Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species, 3rd. Nakabo T, ed. Tokai University Press, Hadano, Japan, 205-211.
- Hoff GR. 2008. A nursery site of the Alaska skate (*Bathyrāja parmifera*) in the eastern Bering Sea. Fish Bull 106, 233-244.
- 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>.
- Hunt JC, Lindsay DJ and Shahalemi RR. 2011. A nursery site of the golden skate (Rajiformes: Rajidae: *Bathyrāja smirnovi*) on the Shiribeshi Seamount, Sea of Japan. Mar Biodivers Rec 4, e70. <https://doi.org/10.1017/S1755267211000728>.
- Ishiyama R. 1952. Studies on the rays and skates belonging to the family Rajidae, found in Japan and adjacent regions. 4. A revision of three genera of Japanese rajids with descriptions of one new genus and four new species mostly occurred in northern Japan. J Shimonoseki Coll Fish 2, 6-9.
- Ishiyama R. 1958. Studies on the rajid fishes (Rajidae) found in the waters around Japan. J Shimonoseki Coll Fish 7, 193-394.
- Ishiyama R and Hubbs CL. 1968. *Bathyrāja*, a genus of Pacific skates (Rajidae) regarded as phylogenetically distinct from the Atlantic genus *Brevirāja*. Copeia 1968, 407-410. <http://doi.org/10.2307/1441772>.
- Ishihara H. 1987. Revision of the Western North Pacific species of the genus *Raja*. Japan J Ichthyol 34, 241-285. <https://doi.org/10.11369/jji1950.34.241>.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2020. *Bathyrāja smirnovi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T161612A124514790.en> on Aug 21, 2024.
- Jeong CH. 1999. A review of taxonomic studies and common names of rajid fishes (Elasmobranchii, Rajidae) from Korea. Korean J Ichthyol 11, 198-210.
- Kato F. 1971. Morphometric studies of the deep sea skate, *Bathyrāja smirnovi* (Soldatov et Pavlenko). Bull Japan Sea Reg Fish Res Lab 23, 69-81.
- Kim JK and Ryu JH. 2016. Distribution Map of Sea Fishes in

- Korea. Ministry of Oceans and Fisheries, Korea Institute of Marine Science and Technology Promotion and Pukyong National University, Busan, Korea, 63.
- Kim JK, Kwun HJ, Ji HS, Park JH, Myoung SH, Song YS, Bae SE and Lee WJ. 2020. A Guide Book to Marine Fishes in Korea. Ministry of Oceans and Fisheries, Korea Institute of Marine Science and Technology Promotion and Pukyong National University, Busan, Korea, 45.
- Kim JK, Kwun HJ, Yu JH, Lee YJ and Choi SW. 2021. Fishes of the High Seas. Junghaengsa Publication, Seoul, Korea, 52-67.
- Kimura M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *J Mol Evol* 16, 111-120. <https://doi.org/10.1007/bf01731581>.
- 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, White W and Pogonoski J. 2008. Descriptions of New Australian Chondrichthyans. CSIRO Marine and Atmospheric Research, Hobart, Australia, 1-368.
- Last P, Naylor G, Séret B, White W, Stehmann M and Carvalho M. 2016. Rays of the World. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia, 364-372.
- Masuda H, Amaoka K, Araga C, Uyeno T and Yoshino T. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 15-17.
- MABIK (Marine Biodiversity Institute of Korea). 2023. National List of Marine Species. Namu Press, Seochon, Korea, 76.
- McEachran JD and Dunn KA. 1998. Phylogenetic analysis of skates, a morphologically conservative clade of elasmobranchs (Chondrichthyes: Rajidae). *Copeia* 1998, 271-290. <https://doi.org/10.2307/1447424>.
- Misawa R, Orlov AM, Orlova SY, Gordeev II, Ishihara H, Hamatsu T, Ueda Y, Fujiwara K, Endo H and Kai Y. 2020. *Bathyraja (Arctoraja) sexoculata* sp. nov., a new softnose skate (Rajiformes: Arhynchobatidae) from Simushir Island, Kuril Islands (western North Pacific), with special reference to geographic variations in *Bathyraja (Arctoraja) smirnovi*. *Zootaxa* 4861, 515-543. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4861.4.3>.
- Motomura H. 2020. Current standard Japanese and scientific names of all fish species recorded from Japanese waters. In: List of Japan's all fish species. The Kagoshima University Museum, Kagoshima, Japan, 14.
- NIBR (National Institution of Biological Resources). 2023. National List of Species of Korea. Retrieved from <https://kbr.go.kr> on Aug 15, 2024.
- 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, NOAA/National Marine Fisheries Service, Seattle, WA, U.S.A., 1-50.
- Parin NV, Evseenko SA and Vasil'eva ED. 2014. Fishes of Russian Seas: Annotated Catalogue. Zoological Museum of Moscow State University, Moscow, Russia, 29.
- Soldatov VK and Pavlenko MN. 1915. Description of a new species of family Rajidae from Peter the Great Bay and from Okhotsk Sea. *Ezheg Zool Muz Akad Nauk* 20, 162-163.
- 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>.
- 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>.
- Ward RD, Zemlak TS, Innes BH, Last PR and Hebert PD. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Phil Trans R Soc B* 360, 1847-1857. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>.