



## 福島県および茨城県から得られたキツネカスベ（ガンギエイ目ガンギエイ科）の記録とその形態的・生物学的・遺伝的特徴

三澤 遼<sup>1</sup>・森川英祐<sup>1</sup>・永尾次郎<sup>1</sup>・遠藤広光<sup>2</sup>・甲斐嘉晃<sup>3</sup>

### Author & Article Info

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産資源研究所  
底魚第2グループ（八戸市）  
RM: batoideafish@gmail.com (corresponding author)

EM: emorikawa@affrc.go.jp

JN: jronagao@affrc.go.jp

<sup>2</sup> 高知大学理工学部海洋生物学研究室（高知市）  
endoh@kochi-u.ac.jp

<sup>3</sup> 京都大学フィールド科学教育研究センター 舞鶴水産実験所（舞鶴市）  
kai.yoshiaki.4c@kyoto-u.ac.jp

Received 22 March 2022

Revised 24 March 2022

Accepted 24 March 2022

Published 24 March 2022

DOI 10.34583/ichthy.18.0\_25

Ryo Misawa, Eisuke Morikawa, Jiro Nagao, Hiromitsu Endo and Yoshiaki Kai. 2022. Records of the Bigtail skate *Dipturus macrocauda* (Rajiformes; Rajidae) from Fukushima and Ibaraki prefectures, Japan, with comments on their morphological, biological and genetic characteristics. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, 18: 25–33.

### Abstract

Four specimens (696–1268 mm total length) of the Bigtail skate *Dipturus macrocauda* (Ishiyama, 1955) (Rajiformes; Rajidae) collected off Fukushima and Ibaraki prefectures (the Off-shore Joban area), Pacific coasts of northern Japan, represent the first records of the species from the Joban area, the former locality also representing the northernmost record. The specimens were identified as *D. macrocauda* by the following combination of morphological characters: snout moderately elongated and broadly pointed with firm rostral cartilage; dorsal head length 5.2–5.6 times interorbital width; pelvic-fin anterior lobe broad, shorter than posterior lobe; tail broad and robust; large specimens uniformly plain greyish on both body surfaces; tail with 1–3 thorn rows in females, single in male; 1–3 nuchal thorns; scapular and lumbar thorn absent; ventral sensory pores opening near cloaca. The largest female specimen (1268 mm total length) was considered mature by observation of internal reproductive organs. Furthermore, variations in the mitochondrial COI gene and control region support the above morphological identification and suggest that the species includes some genetically differentiated regional populations in Japanese waters.

ガンギエイ目ガンギエイ科 (Rajiformes; Rajidae) のガンギエイ属 *Dipturus* Rafinesque, 1810 は吻が硬く板状の軟骨に支持されること、吻軟骨が長く、背面頭長の60%以

上であること、尾部の棘列数が雌3列および雄1列であること、腹椎骨数が30以上であること、成魚の全長が55 cm以上であること、交接器にfunnelを欠くこと、頭蓋骨の前泉門の前端に明瞭な境界がないことなどで特徴づけられる (Ishiyama, 1958, 1967; Ishihara, 1987; 石原, 1988; 鄭, 2018). 本属は世界に38種、日本沿岸からはガンギエイ *Dipturus chinensis* (Basilewsky, 1855), ゴウカスベ *Dipturus gigas* (Ishiyama, 1958), キツネカスベ *Dipturus macrocauda* (Ishiyama, 1955), テングカスベ *Dipturus tenuis* (Jordan and Fowler, 1903) の4種が知られる (波戸岡ほか, 2013; Last et al., 2016; Fricke et al., 2022; 本村, 2022). このうち、キツネカスベは千葉県銚子から宮崎県までの太平洋岸、東シナ海の大陵棚縁辺から斜面域、朝鮮半島の南岸・東岸、台湾、中国の東シナ海および南シナ海岸に分布し、水深150–850 mに生息する比較的大型の種で、最大で全長1.3 mほどに達する (Ishiyama, 1955, 1958, 1967; 石原, 1988; Jeong, 1999; 波戸岡ほか, 2013; Last et al., 2016; 鄭, 2018).

水産研究・教育機構所属の若鷹丸 (692トン) による着底オッタートロール調査において、2019–2021年に福島県から茨城県の常磐沖の水深208–383 mから合計4個体のキツネカスベが採集された。これらの個体は常磐沖からの初記録であり、また福島県から得られた個体は本種の北限記録となるため、その形態的、生物学的、および遺伝的特徴とともに報告する。

### 材料と方法

若鷹丸によるトロール調査では、袖網長13.0 m、身網長26.1 m、網口幅5.4 m、コッドエンド長5.0 mのトロール網を使用した。コッドエンドは内網、外網、擦れ防止網の三重構造で、目合はそれぞれ50 mm, 8 mm, 60 mmである。また、調査は日の出から日没までの間に行なった。1調査点あたりの曳網時間は原則30分とし、漁業者への影響や破網、漁獲物の大量入網などの可能性がある場合には曳網時間を短縮している。

標本の計測方法はおもにHubbs and Ishiyama (1968) と Last et al. (2008) に従い、ノギスまたはメジャーを用いて0.1

mm 単位もしくは 1 mm 単位まで行った。また、腹面頭長の計測は Ishiyama (1958) に従った。全長は TL と略記する。また、本調査で得られた 4 個体は体重を計量し、さらに、大型の雌 1 個体 (FAKU 147265) は開腹し、卵殻腺の最大部分の幅に加えて卵巣内の大型卵群の直径を計測したほか、肝重量の計量、胃内容物の確認など生物学的情報を記録した。本研究で用いた標本は京都大学舞鶴水産実験所 (FAKU) および高知大学理工学部 (BSKU) に所蔵されている。

遺伝的分析では、本調査で得られたキツネカスベ 3 個体 (FAKU 148344, 149014–149015) に加え、比較として西部北太平洋産ガンギエイ属 5 種 [ガンギエイ (10–13 個体), ゾウカスベ (2 個体), キツネカスベ (5–6 個体), テングカスベ (5 個体), ガンギエイ属の未同定種 (1 個体)] のミトコンドリア DNA (mtDNA) の COI 遺伝子領域 546 塩基対 (bp) および調節領域 607 bp をそれぞれ三澤ほか (2019) および Misawa et al. (2019) の方法に従い決定した (Table 1)。本研究で決定した塩基配列はすべて INSDC (International Nucleotide Sequence Database Collaboration) に登録されている (アクセッションナンバー: LC464777–LC464802, LC464911–LC464934, LC628960, LC628971, LC681487–

LC681490)。得られた塩基配列から、木村の 2 パラメーターモデル (K2P; Kimura, 1980) を距離尺度とした近隣結合樹 (neighbor-joining tree; Saitou and Nei, 1987) を作成した。各枝の信頼性は 1,000 回のブートストラップ検定により算出した (Felsenstein, 1981)。なお、調節領域についてはギャップを pairwise deletion で処理し、これらの解析にはすべて MEGA X (Kumar et al., 2018) を用いた。

***Dipturus macrocauda* (Ishiyama, 1955)**

**キツネカスベ**

(Figs. 1–4 ; Table 2)

**標本** FAKU 147265, 1268 mm TL, 雌, 福島県沖, 36°56.77'N, 141°22.43'E–36°58.00'N, 141°23.46'E, 水深 208–210 m, 底水温 10.0°C, 若鷹丸, オッタートロール, St. G210, 2019 年 11 月 8 日, 森川英祐・永尾次郎・三澤 遼; FAKU 148344 [IDSDC アクセッション番号: LC628960 (COI 遺伝子領域), LC628971 (調節領域)], 1181 mm TL, 雌, 茨城県沖, 36°09.58'N, 140°57.85'E–36°08.23'N, 140°58.38'E, 水深 381–383 m, 底水温 4.6°C, 若鷹丸, オッタートロール, St. HI380, 2020 年 11 月 16 日; FAKU

Table 1. Skate species, localities and catalogue numbers, accession numbers of mitochondrial COI and control region sequences in INSDC used in this study.

Species	Locality	Catalogue no.	Accession no. (COI)	Accession no. (control region)	
<i>Dipturus chinensis</i>	Shimane, Sea of Japan	BSKU 116607	—	LC464777	
		BSKU 116608	—	LC464778	
		BSKU 116609	—	LC464779	
		BSKU 116610	LC464911	LC464780	
	Aomori, Pacific Ocean	BSKU 114935	LC464912	LC464781	
		BSKU 114936	LC464913	LC464782	
	Taiwan	FAKU 144331	LC464914	LC464783	
		FAKU 144332	LC464915	LC464784	
		Chiba, Pacific Ocean	FAKU 144112	LC464916	LC464785
		Aomori, Sea of Japan	FAKU 136633	LC464917	LC464786
		Nagasaki, East China Sea	FAKU 140929	LC464918	LC464787
	Kochi, Pacific Ocean	FAKU 144121	LC464919	LC464788	
FAKU 144122		LC464920	LC464789		
<i>Dipturus gigas</i>	Kochi, Pacific Ocean	BSKU 114076	LC464926	LC464801	
		BSKU 102967	LC464927	LC464802	
<i>Dipturus macrocauda</i>	Kochi, Pacific Ocean	BSKU 113068	LC464928	LC464796	
		BSKU 113756	LC464929	LC464797	
		FAKU 144123	LC464930	LC464798	
		FAKU 144124	LC464931	LC464799	
	Ibaraki, Pacific Ocean	BSKU 112586	LC464932	—	
		BSKU 114006	LC464933	LC464800	
		FAKU 148344	LC628960	LC628971	
		FAKU 149014	LC681487	LC681489	
<i>Dipturus tenuis</i>	Kochi, Pacific Ocean	FAKU 149015	LC681488	LC681490	
		BSKU 112349	LC464921	LC464791	
	Aomori, Pacific Ocean	BSKU 114966	LC464922	LC464792	
	Kochi, Pacific Ocean	FAKU 144113	LC464923	LC464793	
	Aomori, Pacific Ocean	FAKU 145191	LC464924	LC464794	
Kochi, Pacific Ocean	BSKU 102203	LC464925	LC464795		
<i>Dipturus</i> sp.	Taiwan	FAKU 144338	LC464934	LC464790	

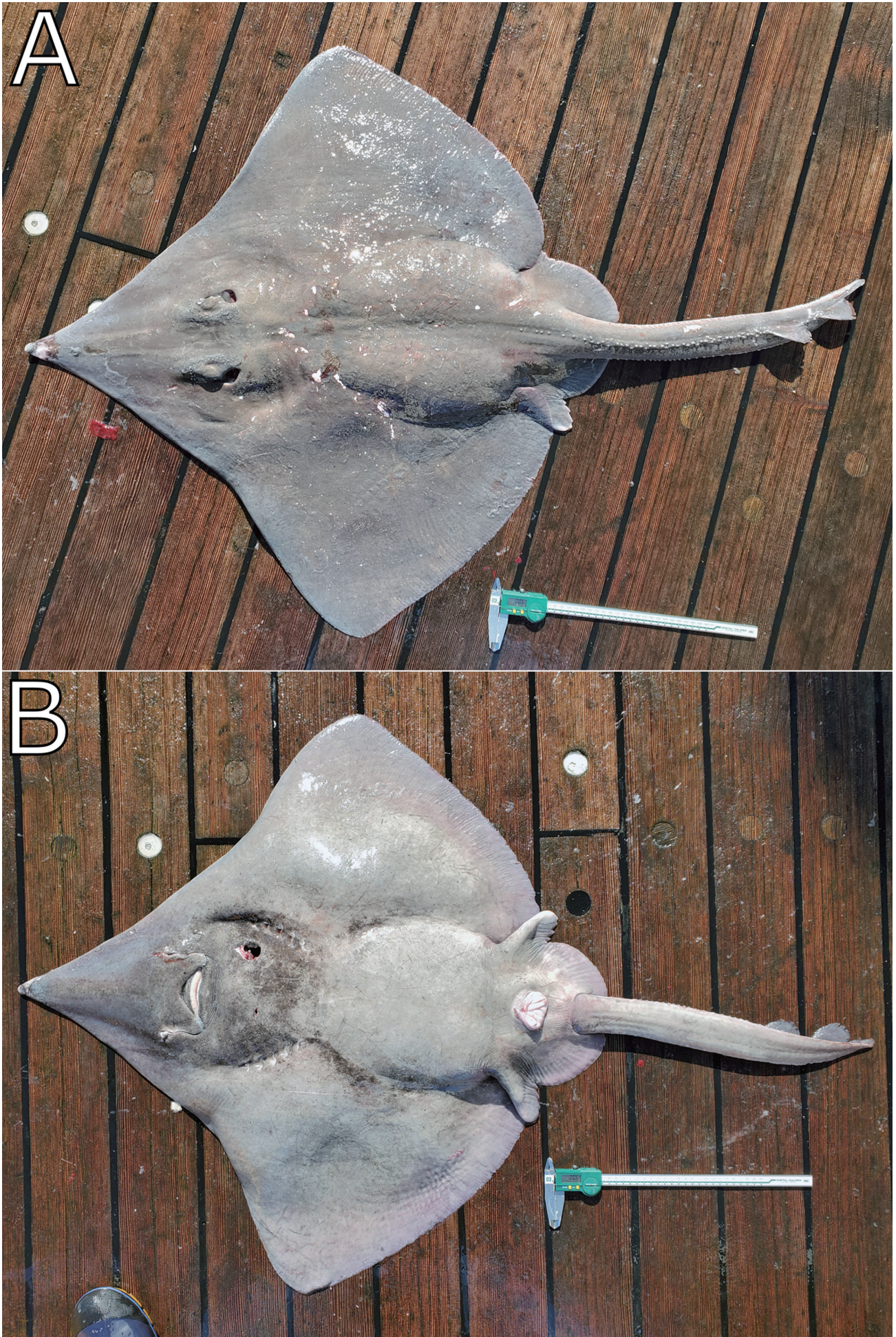


Fig. 1. Fresh specimen of *Dipturus macrocauda* from Fukushima Prefecture, Japan. FAKU 147265, 1268 mm TL, adult female. A: dorsal view; B: ventral view.

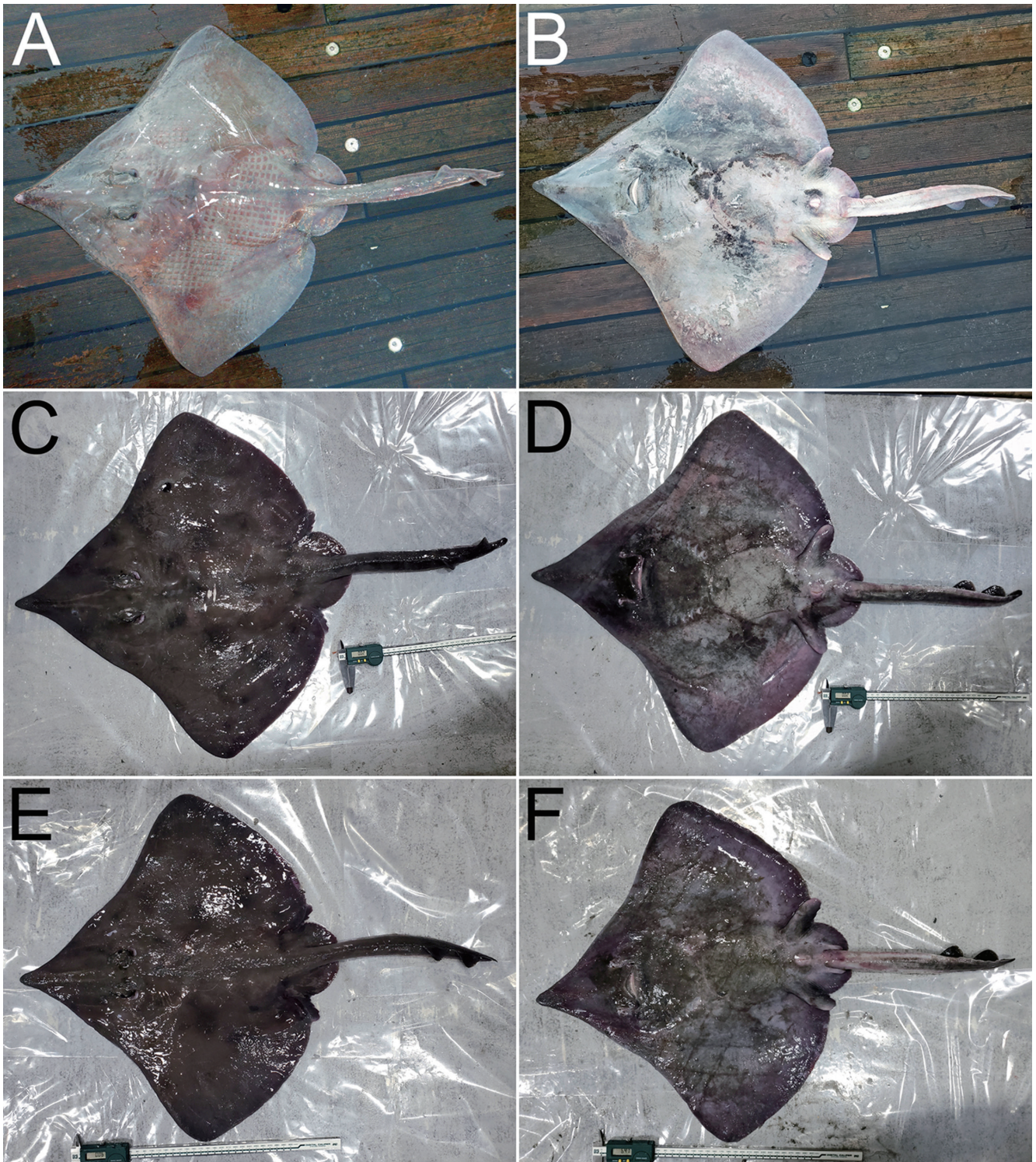


Fig. 2. Fresh specimens of *Dipturus macrocauda* from Ibaraki Prefecture, Japan. A, B: FAKU 148344, 1181 mm TL, female; C, D: FAKU 149014, 907 mm TL, immature female; E, F: FAKU 149015, 696 mm TL, immature male. A, C, E: dorsal views; B, D, F: ventral views.

149014 (LC681487, LC681489), 907 mm TL, 雌, FAKU 149015 (LC681488, LC681490), 696 mm TL, 雄, 茨城県沖, 36°09.74'N, 140°57.24'E–36°08.22'N, 140°57.75'E, 水深 350–354 m, 底水温 4.5°C, 若鷹丸, オッタートロール, St. HI350, 2021年11月16日, 森川英祐・永尾次郎・三澤 遼.

**記載** 計測・計数値を Table 2 に示した。体盤はひし形で中央部は厚みがあり, やや幅広く, 体盤幅が体盤長より長い (Figs. 1, 2)。体盤の最大幅を結ぶ線は肩帯部よりやや後方に位置する。体盤の縁辺は吻部では直線状で, 両眼

の側方でくぼみ, 最大幅より後方では緩やかな曲線状, 後縁では丸みを帯びる。吻は長く直線状で, 硬く太い軟骨に支持される。吻端は中程度に尖る。眼は噴水孔の直前に位置し, やや小さく楕円形。眼の上方に触手状の虹彩被膜がある。両眼間隔は広く, 中央部がややくぼむ。尾部は太く短く, やや縦扁し, 腹鰭の先端付近では比較的細く, 中央部にかけて太くなり, 第1背鰭後方から末端にかけて細くなる。尾部側方の皮褶は比較的明瞭で, 尾部の末端付近に達する。背鰭は尾部の後方に位置する。背鰭は2基でやや

Table 2. Counts and measurements of *Dipturus macrocauda* from Fukushima and Ibaraki Prefectures, Japan.

	FAKU 147265	FAKU 148344	FAKU 149014	FAKU 149015
Sex	female	female	female	male
Locality	Fukushima	Ibaraki	Ibaraki	Ibaraki
Total length (TL, mm)	1268	1181	907	696
Body weight (kg)	13.1	11.4	4.4	2.0
Counts				
Tail thorn rows	3	3	1	1
Median tail thorns	—	—	36	30
Interdorsal tail thorns	2	7	3	4
Nuchal thorns	3	2	1	1
Orbital thorns (left/right)	—	—	11/11	8/9
Spiracular thorns	—	—	2/2	1/1
Measurements (% TL)				
Disc length	62.7	62.7	60.5	61.5
Disc width	70.0	71.9	70.0	72.1
Snout to maximum disc width	—	—	37.6	35.7
Head length	28.4	27.1	26.7	25.4
Preorbital snout length	20.4	21.0	20.7	19.8
Orbit diameter	—	—	3.7	3.7
Eyeball diameter	2.6	2.8	3.2	3.7
Interorbital width	5.4	5.0	5.0	4.5
Spiracle length	—	2.6	3.0	2.8
Interspiracular width	—	—	6.7	6.6
Ventral head length	37.6	35.1	35.2	34.9
Preoral snout length	21.6	21.7	22.3	21.4
Mouth width	8.2	8.3	7.8	8.5
Prenarial snout length	18.2	18.4	18.9	17.6
Internarial width	8.2	8.4	8.2	8.1
Nasal curtain length	—	4.8	4.4	4.7
Nasal curtain width (each lobe)	—	—	2.1	1.9
Distance between nasal fimbriae	—	5.4	5.0	4.9
Width of 1st gill slit	—	1.5	1.5	1.4
Width of 3rd gill slit	—	1.9	1.7	1.7
Width of 5th gill slit	—	1.3	1.0	1.2
Distance between 1st gill slits	14.7	14.6	14.2	14.7
Distance between 3rd gill slits	—	12.5	11.9	12.3
Distance between 5th gill slits	—	10.3	9.6	9.4
Tail length	40.2	43.9	42.3	43.2
Cloaca to D1 origin	—	—	26.7	26.1
Cloaca to D2 origin	—	—	33.0	33.7
Cloaca to caudal fin origin	—	—	39.0	39.3
Tail width at axil of pelvic fins	—	4.2	4.3	4.2
Tail width at pelvic tips	—	3.8	3.8	3.7
Tail width at midlength	—	4.4	4.0	3.8
Tail width at D1 origin	—	4.4	4.0	3.8
Tail height at axil of pelvic fins	—	2.7	2.7	2.6
Tail height at pelvic tips	—	2.5	2.4	2.2
Tail height at midlength	—	2.3	2.2	2.1
Tail height at D1 origin	—	2.4	2.1	2.0
D1 origin to tail tip	14.3	17.3	15.8	17.1
D1 base length	—	4.4	4.6	5.1
D1 vertical height	—	2.9	3.0	3.5
D2 base length	—	4.5	5.1	5.3
D2 vertical height	—	3.0	3.1	3.2
Interdorsal distance	—	3.2	1.7	2.6
Caudal fin base length	—	4.2	3.9	3.6
Caudal fin vertical height	—	0.7	0.7	0.9
Pelvic base width	13.8	13.6	12.2	12.5
Post. P2 lobe length*	—	15.2	15.2	14.3
Post. P2 lobe length**	—	9.0	9.8	9.7
Ant. pelvic lobe length*	—	8.0	10.1	10.2
Ant. pelvic lobe length**	—	—	7.5	7.4
Clasper length (postcloacal)	—	—	—	8.4
Precaudal body length	59.8	56.1	57.7	56.8

\*Following Last et al. (2008); \*\*following Hubbs and Ishiyama (1968).



Fig. 3. Close-up image of pelvic region of *Dipturus macrocauda* (FAKU 147265). Arrows indicate sensory pores.

接近し、背鰭間の距離が第1背鰭基底長よりも短い。両背鰭はほぼ同大かつ同形、縁辺が前方では直線状、後方では丸みを帯びる。尾鰭は細長く、その高さが両背鰭高と比べ著しく低い。尾鰭基底は第2背鰭基底よりも短い。尾部の腹面に尾鰭の隆起があり、キール状になる。口は緩やかな弓状。鼻孔は口の前方に位置し、鼻孔間が口幅より広い。鼻弁は大きく、上顎に沿ってU字状にくぼみ、左右の後端がひだ状で口の一部を覆う。鼻孔部分の鼻弁は管状。鰓孔は5対で後方に向かうにつれて互いに接近する。腹鰭は2葉に分かれ、前葉と後葉の間の切れ込みは浅く、前葉が太い棒状でその縁辺ではひだ状、後葉が幅広くその縁辺では滑らかな扇状。腹鰭前葉は短く、その先端が後葉後端付近に達しない。総排泄孔は腹鰭の中央部に位置する。尾部の腹面はほぼ平坦。雄の交接器は柔軟で短く、その先端が腹鰭後葉後端を超えない。

背面の吻端、尾部、両背鰭と尾鰭、腹面の吻部全域に微小な鱗が分布する。項部、両眼および噴水孔の内縁、尾部に肥大棘があり、その他の部位は鱗や肥大棘はなく円滑。肥大棘の基部は楕円形または星状で、先端が尖る。背鰭前方の尾部の肥大棘は雄では1列、雌では1-3列。両顎歯は規則的に並び、その基部では丸みを帯びた菱形で、先端が

やや尖り後方に傾く。

腹面の感覚孔は開口部が黒く縁取られ比較的明瞭、最後方の列では腹腔の中央部付近、総排泄孔の側方、腹鰭前葉、および体盤縁辺付近に並ぶ (Fig. 3)。

**色彩** 背面は一様に鉛色もしくは暗い茶褐色で (Figs. 1A, 2A, C, E)、大型個体では明瞭な斑紋がないが、小型個体では不明瞭な暗色斑がある (Fig. 2C, E)。腹面は背面とほぼ同色もしくは灰白色で (Figs. 1B, 2B, D, F)、小型個体では体盤および腹鰭の縁辺は紫褐色 (Fig. 2D, F)。吻部の腹面はやや半透明。眼の虹彩被膜は金色。

**生物学的特徴** (FAKU 147265) 卵巣は左右同大で、卵巣卵には大型と小型のものが混在する (Fig. 4)。大型卵群の平均卵径 ( $n=3$ ) は 36.8 mm。卵殻腺はそら豆型で肥大し、その最大幅が 71.4 mm (Fig. 4)。子宮は肥厚するが、卵殻卵がなかった (Fig. 4)。肝臓は3葉に分かれ肥大し、肝重量が 1,779 g。また、胃内容物は認められず、空胃であった。

**遺伝的特徴** (FAKU 148344, FAKU 149014-149015) 西部北太平洋産ガンギエイ属5種のmtDNAのCOI遺伝子領域 (546 bp) および調節領域 (607 bp) から推定された近隣結合樹において、茨城県産の3個体は、いずれも高知県産でキツネカスベと同定される個体と同じクレードに

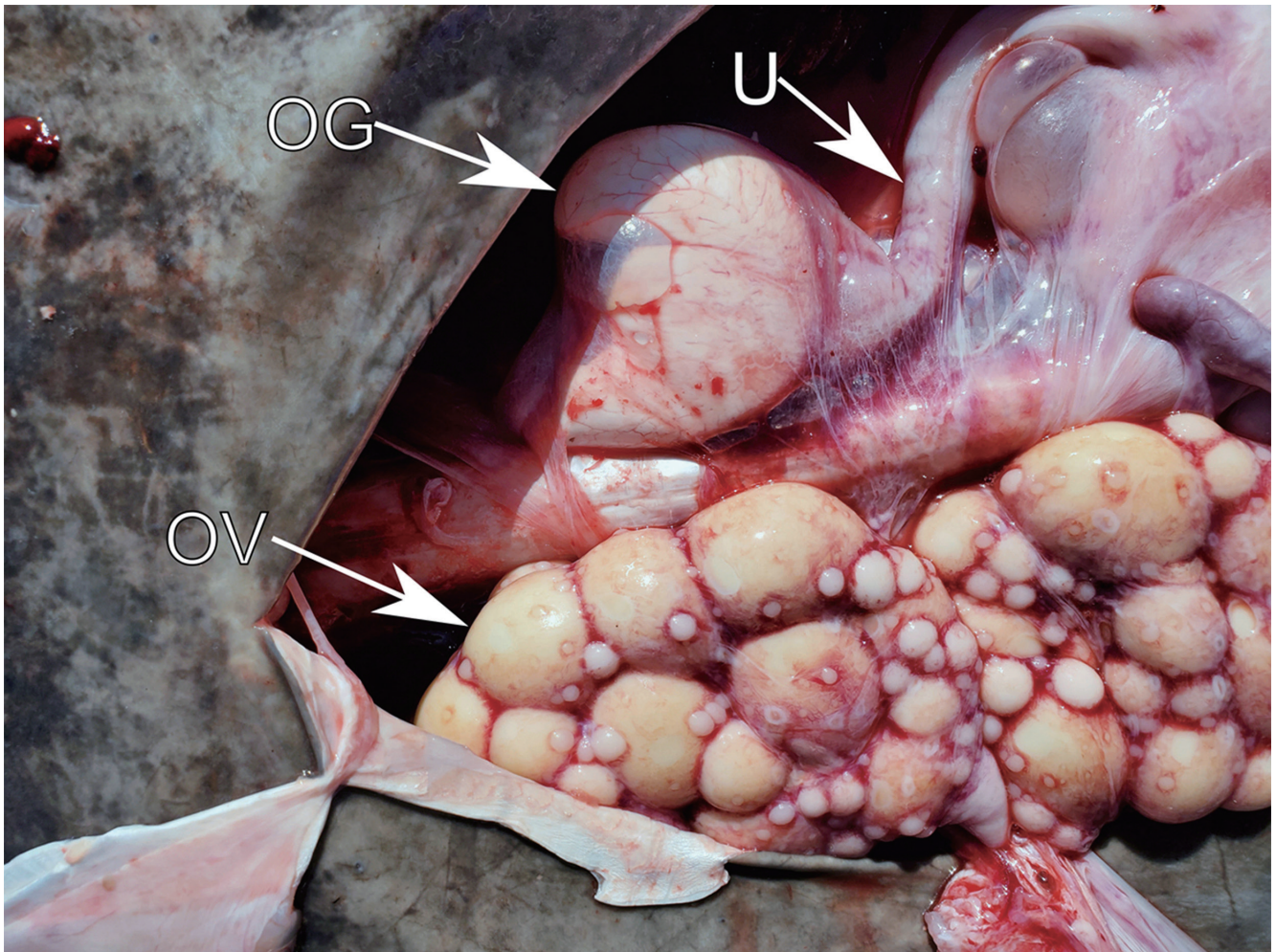


Fig. 4. Ventral view of internal reproductive organs in the adult female of *Dipturus macrocauda* (FAKU 147265). OG = oviducal gland; OV = ovary; U = uterus.

含まれ、99%以上の高いブートストラップ確率で支持された (Fig. 5)。キツネカスベのみで構成されるクレードにおいて、COI 遺伝子領域から推定された近隣結合樹では茨城県産の3個体は、高知県産の6個体 (BSKU 113068, BSKU 113756, FAKU 144123–144124, BSKU 112586, BSKU 114006) とは異なるサブクレードに含まれ、両者の間のK2Pに基づく遺伝距離は0.9–1.1%であった。一方、調節領域から推定された近隣結合樹では明確な地域差はみられず、地域間の遺伝距離は0.0–0.3%であった。また、2つの近隣結合樹において、種間の遺伝的距離の範囲は2.4–7.0% (COI 遺伝子領域) および2.2–8.1% (調節領域)、解析個体数が最も多かったガンギエイにおける種内の遺伝的距離は0.0–0.9% (COI 遺伝子領域) および0.0–0.8% (調節領域) であった。

**備考** 本調査標本は、吻軟骨が太く強固である、背面頭長が両眼間の5.2–5.6倍である、吻端が中庸で著しく尖らない、体盤背面に明瞭な斑紋をもたない、体盤腹面が暗色である、尾部の棘列が雄では1列、雌では1–3列、肩背部と体盤中央部に肥大棘をもたない、項部の肥大棘が1–3本、体盤の背面の微小な鱗が吻部に限られる、尾部が全体的に太く、とくに中央部に向かうにつれて緩やかに太く

なる、腹鰭前葉が短く、その先端が後葉後端付近に達しない、腹面の感覚孔が総排泄孔付近にも分布するなどの特徴から、Ishiyama (1955, 1958, 1967), Ishihara (1987), 石原 (1988), Jeong and Nakabo (2008), Hsu et al. (2013), 三澤・遠藤 (2015), Last et al. (2016), 鄭 (2018) に基づき、*Dipturus macrocauda* に同定された。本種はこれまで茨城県および福島県沖の常磐海域からは記録されておらず、本報告は両県からの本種の初記録となる。また、本種の分布北限はこれまで千葉県銚子もしくは朝鮮半島南岸から東岸であったことから (Ishiyama, 1955, 1958, 1967; 石原, 1988; Jeong, 1999; 波戸岡ほか, 2013; 鄭, 2018), 福島県から得られた個体は本種の北限記録となる。なお、近年、常磐沖を中心に東北太平洋沖における魚類の初記録種や北限記録が多数報告されているほか (三澤ほか, 2020), 約20年前から現在にかけて、東北太平洋沖における底層水温の上昇と、それに伴うフジクジラ *Etmopterus lucifer* Jordan and Snyder, 1912 やテナガダラ *Coelorinchus macrochir* (Günther, 1877) の主分布域の北上や個体密度の増加が示されており (Kakehi et al., 2021), 今後も引き続きこの海域における魚類の分布変化に注視が必要である。

石原 (1988), Ishihara (1987), 波戸岡ほか (2013) およ

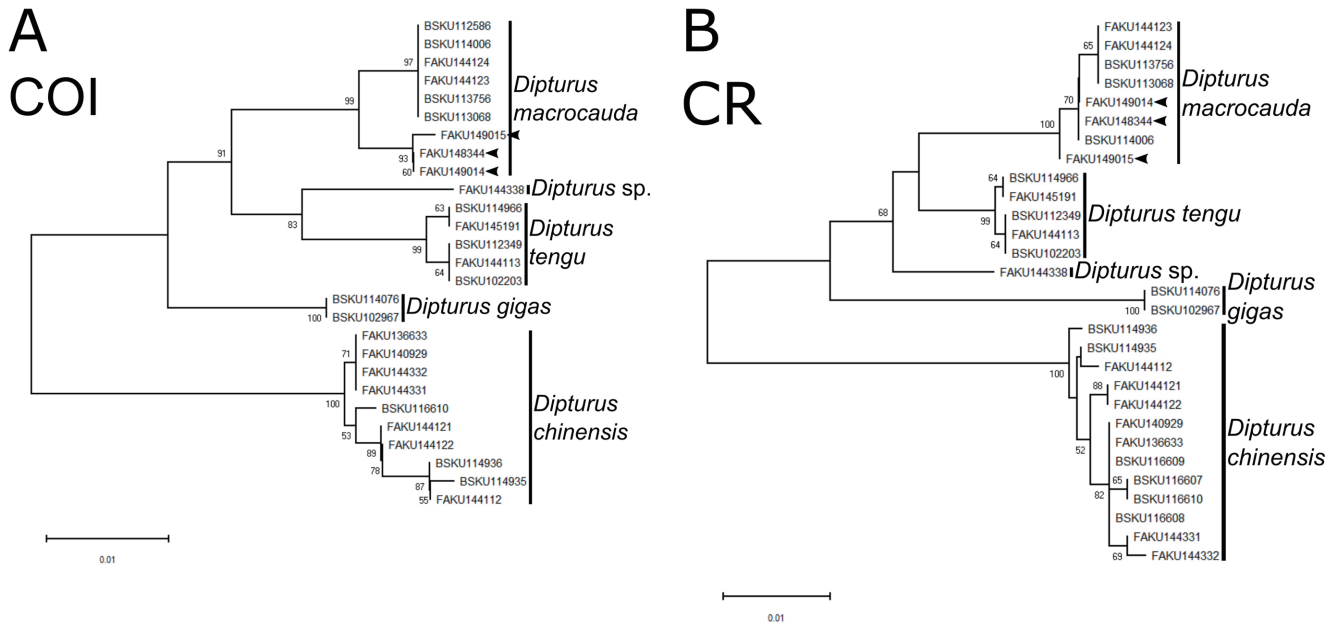


Fig. 5. Neighbor-joining trees for five species of the genus *Dipturus* from the western North Pacific inferred from mtDNA COI and control region. A: based on 546 bp of COI; B: 607 bp of control region. Support values ( $\geq 50\%$  bootstrap probability) indicated along branches. Each node labeled with catalogue number (sequences determined in this study). Evolutionary distances calculated using Kimura's two parameter (K2P) distance model.

び鄭 (2018) は本種の識別形質として、尾鰭基底長が第 2 背鰭基底長の 80% 以下であることを挙げたが、本研究の 1 個体 (FAKU 148344) は 93% であった。しかし、他の特徴には大きな差異がないことから、ここでは種内変異と考えた。なお、本種とゾウカスベ、キツネカスベの 3 種では、尾鰭基底が小型個体では相対的に長い傾向があり (三澤・遠藤, 2015), 同定の際には注意が必要である。また、Ishiyama (1958) は本種の成熟雌では尾部の肥大棘が退化的としたが、調査標本ではそのような特徴は確認されず、個体変異の可能性があり、検討が必要である。

大型の雌個体 (FAKU 147265) は尾部肥大棘が 3 列で、大型の卵巣卵と肥大した卵殻腺を有し、左右の子宮は妊娠状態ではないものの肥厚していたことから、成熟段階にあると考えられた。これまで、本種の成熟サイズは不明であったが、少なくとも全長 1268 mm, 体盤幅 887 mm, 体重 13.1 kg で成熟することが判明した。また、全長 1181 mm, 体盤幅 849 mm, 体重 11.4 kg の雌 (FAKU 148344) では尾部肥大棘が定数の 3 列に達していたことから、Misawa et al. (2019) の推定を考慮すると、成熟もしくはそれに近い段階にあるものと考えられた。一方、全長 907 mm, 体盤幅 635 mm, 体重 4.4 kg の雌 (FAKU 149014) では尾部肥大棘が 1 列であること、全長 696 mm, 体盤幅 502 mm, 体重 2.0 kg の雄 (FAKU 149015) では交接器が伸長しておらず骨化もしていなかったこと、頬棘と翼棘を欠くことから、これら 2 個体は未成熟であると考えられた。本種の成熟サイズを始めとした生物学的情報は不足しており (Rigby et al., 2021), 今後より詳細な情報収集が必要である。

本種の形態的特徴からの同定に加えて、茨城県産の 3

標本 (FAKU 148344, FAKU 149014–149015) は、mtDNA の COI 遺伝子領域と調節領域の塩基配列に基づいた遺伝解析からもキツネカスベであることが確認された。COI 遺伝子領域においては茨城県と高知県の個体間で 0.9–1.1% の遺伝的差異が認められたが、調節領域では明確な地域差がなかったことから、COI 遺伝子領域でみられた地域間での遺伝的差異は種内変異と判断した。なお、何種かのガンギエイ目魚類の mtDNA においては COI 遺伝子領域から集団構造が推定されており (例えば、三澤ほか, 2019; Misawa et al., 2020), 本種においても同領域から集団構造が推定できる可能性がある。また、日本産のガンギエイ目魚類においては、南日本と北日本の太平洋岸で遺伝的に分化した地域集団をもつ種が知られており (Misawa et al., 2019; Kusaka et al., 2021; 三澤ほか, 2021), 本研究のテングカスベにおいても高知県 (BSKU 102203, BSKU 112349, FAKU 144113) と青森県 (BSKU 114966, FAKU 145191) の個体でそれぞれ異なるクレードを形成し (Fig. 5), 両者の間の遺伝距離は 0.4% (COI 遺伝子領域) および 0.2% (調節領域) であり、地域間での遺伝的分化がある可能性も示唆される。キツネカスベにおいても地域間での遺伝的分化の可能性が示唆されたこと、IUCN による本種の保全状態は準絶滅危惧 (NT) かつ減少傾向と評価されていることから (Rigby et al., 2021), 本種の詳細な地理的集団構造を解明するとともに保全単位に反映する必要がある。

本種の学名は多くの文献で *Dipturus macrocauda* とされてきたが (例えば、波戸岡ほか, 2013; 鄭, 2018; 石原ほか, 2019), 近年の文献では *Dipturus macrocaudus* とされることも多い (Last et al., 2016; Weigmann, 2016; Kusaka et



al., 2021). Weigmann (2016) や Last et al. (2016) は理由を述べずに, *Dipturus* が男性名詞であることから (中坊・平嶋, 2015) 種小名の語尾を属名の性と一致させた (Weigmann, 私信). しかし, cauda はラテン語で尾を意味する名詞であり, 属名の性に合わせて語尾が変化しない (中坊・平嶋, 2015). したがって, 本研究では種小名の綴りを *macrocauda* とした.

## 謝 辞

本研究を行うにあたり, 標本の採集および測定等に関して多大なご尽力を頂いた若鷹丸の船長ならびに乗組員, 調査員の皆様に厚く御礼申し上げます. また, DNA 解析に関して便宜をはかって頂いた水産資源研究所塩釜拠点の斉藤憲治博士に心より感謝の意を表す. 本研究の一部は水産庁委託の「水産資源調査・評価推進事業」[太平洋北区 (東北太平洋) の底魚類資源量調査] により実施された.

## 引用文献

- Felsenstein, J. 1981. Evolutionary trees from DNA sequences – a maximum-likelihood approach. *Journal of Molecular Evolution*, 17: 368–376.
- Fricke, R., W. N. Eschmeyer and R. Van der Laan (eds.). 2022. Catalog of fishes: genera, species, references: [URL](#) (15 Feb. 2022)
- 波戸岡清峰・山田梅芳・藍澤正宏・山口敦子・柳下直己. 2013. ガンギエイ科, pp. 205–216, 1771–1773. 中坊徹次 (編) 日本産魚類検索 全種の同定. 第3版. 東海大学出版会, 秦野.
- Hsu, H. H., S. J. Joung, D. A. Ebert and C. Y. Lin. 2013. Records of new and rare elasmobranchs from Taiwan. *Zootaxa*, 3752: 249–255.
- Hubbs, C. L. and R. Ishiyama. 1968. Methods for the taxonomic study and description of skate (Rajidae). *Copeia*, 1968: 482–491.
- Ishihara, H. 1987. Revision of the western North Pacific species of the genus *Raja*. *Japanese Journal of Ichthyology*, 34: 241–285. [URL](#)
- 石原 元. 1988. 日本産ガンギエイ科エイ類の検索表. 板鯧類研究会報, 25: 10–19. [URL](#)
- 石原 元・三澤 遼・杉山秀樹・柏木 努. 2019. 日本産エイ類の和名・学名対応関係の更新. 板鯧類研究会報, 55: 55–63. [URL](#)
- Ishiyama, R. 1955. Studies on the rays and skates belonging to the family Rajidae, found in Japan and adjacent regions. 6. *Raja macrocauda*, a new skate. *Journal of the Shimonoseki College of Fisheries*, 4: 43–51. [URL](#)
- Ishiyama, R. 1958. Studies on the rajid fishes (Rajidae) found in the waters around Japan. *Journal of the Shimonoseki Collage of Fisheries*, 7: 191–394, pls. 1–3. [URL](#)
- Ishiyama, R. 1967. Fauna Japonica. Rajidae (Pisces). Biogeographical Society of Japan, Tokyo. vi + 84 pp., 32 pls.
- Jeong, C.-H. 1999. A review of taxonomic studies and common names of rajid fishes (Elasmobranchii, Rajidae) from Korea. *Korean Journal of Ichthyology*, 11: 198–210. [URL](#)
- 鄭 忠勲. 2018. ガンギエイ亜科, pp. 46–49. 中坊徹次 (編, 監) 小学館の図鑑 Z 日本魚類館. 小学館, 東京.
- Jeong, C.-H. and T. Nakabo. 2008. *Dipturus wuhanlingi*, a new species of skates (Elasmobranchii: Rajidae) from China. *Ichthyological Research*, 56: 183–190.

- Takehi, S., Y. Narimatsu, Y. Okamura, A. Yagura and S. Ito. 2021. Bottom temperature warming and its impact on demersal fish off the Pacific coast of northeastern Japan. *Marine Ecology Progress Series*, 677: 177–196.
- Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16: 111–120.
- Kumar, S., G. Stecher, M. Li, C. Knyaz and K. Tamura. 2018. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35: 1547–1549. [URL](#)
- Kusaka, T., K. Hara, K. Furumitsu, S. Uehara, Y. Yagi, A. Yamaguchi and N. Yagishita. 2021. Genetic population structure of the polkadot skate (*Dipturus chinensis*) around Japan, based on mitochondrial DNA sequences and polymorphic microsatellite loci. *Fishery Bulletin*, 119: 97–111. [URL](#)
- Last, P. R., W. T. White, J. J. Pogonoski and D. C. Gledhill. 2008. New Australian skates (Batoidea: Rajoidei) – background and methodology, pp. 1–8. In Last, P. R., W. T. White, J. J. Pogonoski and D. C. Gledhill (eds.) Description of new Australian skates. CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper, 021. [URL](#)
- Last, P. R., B. Séret, M. F. W. Stehmann, S. Weigmann. 2016. Skates. Family Rajidae, pp. 204–363. In Last, P. R., W. T. White, M. R. de Carvalho, B. Séret, M. F. W. Stehmann and G. J. P. Naylor (eds.) Rays of the world. CSIRO Publishing, Clayton.
- 三澤 遼・遠藤広光. 2015. 日本産テングエイ属3種の識別形質. 板鯧類研究会報, 51: 10–16. [URL](#)
- 三澤 遼・遠藤広光・甲斐嘉晃. 2021. ミトコンドリア DNA 調節領域および形態データから推定した日本周辺海域におけるオカメエイ属4種の集団構造. 魚類学雑誌, 68: 173–181.
- 三澤 遼・木村克也・水町海斗・服部 努・成松庸二・鈴木勇人・森川英祐・時岡 駿・永尾次郎・柴田泰宙・遠藤広光・田城文人・甲斐嘉晃. 2020. 東北太平洋沖における着底トロールで採集された魚類の分布に関する新発見. 魚類学雑誌, 67: 265–286.
- 三澤 遼・武藤望生・濱津友紀・金 真久・甲斐嘉晃. 2019. メガネカスベにおける遺伝的集団構造と形態的差異. 魚類学雑誌, 66: 23–35. [URL](#)
- Misawa, R., Y. Narimatsu, H. Endo and Y. Kai. 2019. Population structure of the ocellate spot skate (*Okamejei kenoei*) inferred from variations in mitochondrial DNA (mtDNA) sequences and from morphological characters of regional populations. *Fishery Bulletin*, 117: 24–36. [URL](#)
- Misawa, R., A. M. Orlov, S. Y. Orlova, I. I. Gordeev, H. Ishihara, T. Hamatsu, Y. Ueda, K. Fujiwara, H. Endo and Y. Kai. 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.
- 本村浩之. 2022. 日本産魚類全種目録. これまでに記録された日本産魚類全種の現在の標準和名と学名. Online ver. 13. [URL](#)
- 中坊徹次・平嶋義宏. 2015. 日本産魚類全種の学名 語源と解説. 東海大学出版部, 秦野. xv + 372 pp.
- Rigby, C. L., N. K. Dulvy, D. Derrick, Y. V. Dyldin, K. Herman, H. Ishihara, C.-H. Jeong, Y. Semba, S. Tanaka, I. V. Volvenko and A. Yamaguchi. 2021. *Dipturus macrocauda*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021. e.T161738A124536099. [URL](#)
- Saitou, N. and M. Nei. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4: 406–425. [URL](#)
- Weigmann, S. 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology*, 88: 837–1037.