

島根県水産技術センター研究報告 第17号

令和8年3月

島根県水産技術センター

島根県水産技術センター研究報告

第17号

2026年3月

目次

報 文

島根県産マナマコの部位別成分および臭気に関する検討
.....岡本 満・松林和彦・寺谷俊紀・開内 洋 1

島根県に水揚げされるイトヨリダイ類の混じりの実態
.....寺門弘悦・岡 俊秀 11

資 料

ケンサキイカ立縄釣（タル流し釣）漁業の操業方法について島根県と福岡県の比較調査
.....寺戸稔貴・川瀬翔馬・堀内正志 21

2023年と2024年の江の川におけるアユの産卵場造成と産卵状況
.....井口隆暉・寺門弘悦・福井克也・二本木俊二 35

高品質な絞りわかめの安定製造に向けた塩抜き技術の検討
.....吉村真理・細田 昇・石橋泰史 47

本号掲載要旨..... 51

他誌掲載論文の抄録..... 53

島根県産マナマコの部位別成分および臭気に関する検討

岡本 満^{1a}・松林和彦²・寺谷俊紀^{1b}・開内 洋^{1c}

Components and smell of different parts of the Japanese sea cucumber *Apostichopus japonicus* caught off Shimane Prefecture

Mitsuru OKAMOTO, Kazuhiko MATSUBAYASHI, Toshiki TERATANI and Hiroshi HIRAKIUCHI

キーワード：ATP 関連化合物，揮発成分，臭気，生殖巣，干しなまこ，マナマコ，遊離アミノ酸

島根県の浅海域に分布するマナマコは、砂泥域に生息するアオナマコ（以下「アオ型」）、クロナマコ（以下「クロ型」）および岩礁域に生息するアカナマコ（以下「アカ型」）があり、いずれも沿岸自営漁業における重要な対象種となっている。それらの分類には諸説あるが、本研究では五嶋¹⁾に従って、アオ・クロ型およびアカ型ともにマナマコ *Apostichopus japonicus* (Selenka)として扱うこととする。

島根県では、アオ・クロ型が主に2～3月にもっぱら干しなまこの原料として出荷され、アカ型の多くは12～3月に生食向けとして出荷され酢の物などにして喫食される。なお、県内の一部地域においては、アカ型も干しなまこの原料とされており、副産物的に得られる腸は「このわた」、生殖巣は「ばちこ（くちこ）」と呼ばれる珍味類に加工されている。

島根県水産技術センターでは、沿岸自営漁業者の所得向上を目的として、2020年度からアオ型の種苗生産技術、放流技術、資源管理技術の開発など、マナマコ漁業振興のための研究を行うことになった。その一環として、2020～2021年度には、漁獲されたマナマコの付加価値向上に資するため、その品質面について検討することになったが、島根県産マナマコについての知見は少ない。

本研究では、島根県産のマナマコ（アオ型、アカ型）について、食用にあたっての特性を明らかにするため、部位別の成分を調査した。あわせて、主要な加工品である干しなまこについて、その加工条件をアオ型、アカ型それぞれについて検討した。また、生食向けのアカ型について、島根半島で春先かけて臭気の強まりが指摘されたことから、島根県産業技

術センター浜田技術センターで部位別の揮発成分を調査した。

材料と方法

本研究ではすべて生体（活ナマコ）を用いた。なお、腸については漁獲や蓄養にともなうストレス等で吐出してしまう個体がしばしば見られ、生殖巣については2～3月のアカ型の一部のみに確認された。これらについては、採取できたものを分析に供した。

2021年1月、2月に漁獲された浜田産アオ型、2020年12月、2021年1月、2月に漁獲された浜田産アカ型それぞれについて、体壁の一般成分、体壁、縦走筋および腸のATP関連化合物及び遊離アミノ酸をそれぞれ分析した。また、2021年3月の浜田産、2022年2月、3月の浜田産および松江産アカ型から得られた生殖巣について、一般成分、ATP関連化合物、遊離アミノ酸を分析した。さらに、2021年12月、2022年2月、3月の浜田産と松江産アカ型について、体壁と腸の揮発成分を調査した。

2020年4月に漁獲された浜田産のアオ型、アカ型を用いて、干しなまこを試作した。

マナマコの大きさについては、測定した体長と体幅をもとに、山名ら²⁾による「本州共通」に準じ、以下の式により標準体長 L_e を求めた。

標準体長 $L_e(\text{mm})=5.30+2.01 \times (L \times B)^{1/2}$ [L =体長, B =体幅]

一般成分分析 水分は110°C 常圧加熱乾燥法,³⁾粗タンパクはケルダール法,⁴⁾粗脂肪は Bligh and Dyer⁵⁾に準じたクロロホルム-メタノール混液法、灰

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

² 島根県産業技術センター浜田技術センター Shimane Institute for Industrial Technology, Hamada Branch, Hamada, Shimane 697-0006, Japan

^a 現所属：総合調整部 General Coordination Division

^b 現所属：島根県農林水産部水産課 Shimane Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Department, Fisheries Division, Matsue, Shimane 690-8501, Japan

^c 現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

分は 600°C 直接灰化法⁶⁾により測定した。炭水化物はそれぞれ可食部 100 g 当たりの水分、粗タンパク、粗脂肪、粗灰分の分析値合計を 100 から除して算出した。

ATP 関連化合物分析 サンプル（体壁 2.0 g、縦走筋・腸 0.5g）を氷冷 10%過塩素酸内で細片化した抽出液を pH7.0 に調整したのち、高速液体クロマトグラフ（島津製作所製 検出器：SPD-10Avp, 移動相：100mM りん酸-トリメチルアンモニウム緩衝液/アセトニトリル=100/1, カラム：信和化工 STR-ODSII (150 L×4.6 mmI.D), 移動相流速：1 ml/min, カラム温度：40°C, 検出波長：254 nm) でイノシン酸 (IMP) を含む ATP 関連化合物を定量分析した。

遊離アミノ酸分析 ATP 関連化合物分析の抽出液を pH2.2 に調整したのち、アミノ酸分析システム（島津製作所製 Prominence UFLC 検出器：RF-20Axs, カラム：島津製作所 Shim-pack AMINO-LI, 移動相流速：0.6 ml/min, カラム温度：39°C, 検出 励起波長：350 nm 蛍光波長：450 nm) を用いた α -フタルアルデヒド-ポストカラム誘導体化法により、遊離アミノ酸 35 種類を定量分析した。

揮発成分分析 活ナマコから腹側体壁、背側体壁および腸を約 1g すみやかに採取し、それぞれ 20 mL ヘッドスペースバイアルに封入し、ガスクロマトグラフ質量分析装置（Thermo Fisher Scientific 製 Trace1310 GC/ISQ QDMS/TriPlus RSH) で分析した。試料を封入したバイアルを 60°C, 5 分間加温し、SPME ファイバー（DVB/CAR/PDMS(50/30 μ m), Sigma Aldrich) を用いて 60°C, 30 分間抽出、濃縮を行った。その後、250°C, 2 分間の熱脱着により GC カラムに導入した。GC の分析条件は、カラム：Thermo Fisher Scientific 製 TG-WAXMS(60 m×id 0.25 mm, 0.25 μ m), 注入法：スプリットレス（ページ 15 mL/min, 2 min), 注入口温度：250°C, オープン：40°C (3 min)-5°C/min-250°C (15 min), キャリアガス：He, 200 kPa (定圧モード), トランスファーライン温度：

250°C で行った。MS の分析条件は、イオン源温度：200°C, イオン化電圧：70 eV, 質量範囲：33-300 m/z, 分析モード：Scan(0.2 sec/scan) で行った。得られたピークについて、NIST11 マススペクトルライブラリによる化合物の同定を行った。

干しなまこ試作 成田ら⁷⁻⁸⁾の方法を参考にした。すなわち、内臓を除去したアオ型、アカ型の体壁を約 90°C の水道水で 60 分間煮熟したのち、低温除湿乾燥機（静岡精機製 DSCD-10) を用いて 20°C・8 時間の乾燥、5°C・16 時間のあん蒸を、前日からの重量減が 1%以下になるまで繰り返して製品とした。加工前、煮熟後、試作品の重量をそれぞれ測定した。

結果

一般成分分析 2021 年 1 月, 2 月の浜田産アオ型, 2020 年 12 月, 2021 年 1 月, 2 月の浜田産アカ型の体壁の一般成分（平均値±標準偏差）を表 1 に示す。アオ型体壁の水分は 1 月 90.6±0.6%, 2 月 92.5±1.3%, 粗タンパクは 1 月 5.1±0.7%, 2 月 2.4±0.4%, 粗脂肪は 1 月 0.5±0.1%, 2 月 0.2±0.1%, 粗灰分は 1 月 3.3±0.1%, 2 月 3.4±0.1%であった。アカ型体壁の水分は 12 月 90.8±0.9%, 1 月 92.2±0.7%, 2 月 93.4±0.2%, 粗タンパクは 12 月 4.7±1.2%, 1 月 2.7±0.3%, 2 月 2.0±0.6%, 粗脂肪は 12 月 0.3±0.2%, 1 月 0.2±0.1%, 2 月 0.1±0.1%, 粗灰分は 12 月 3.3±0.1%, 1 月 3.4±0.1%, 2 月 3.4±0.1%であった。アオ型、アカ型ともに、12 月, 1 月から 2 月に向けて水分が多く、粗タンパクが少ない傾向が認められた。

アカ型から得られた生殖巣の一般成分を表 2 に示す。卵巣、精巣ともに水分が 83.2~87.9%を占め、粗タンパクは精巣の 1.9%に対して卵巣が 3.1~6.5%, 粗脂肪は精巣の 0.1%に対して卵巣が 1.1~2.7%と、それぞれ高かった。

ATP 関連化合物分析 2020 年 3 月~4 月の浜田産アオ型およびアカ型の体壁、縦走筋、腸の ATP 関連

表 1. 浜田産マナマコ体壁の一般成分

	漁獲年月	個体数	標準体長± 標準偏差 (mm)	一般成分 (%)				
				水分	粗タンパク	粗脂肪	粗灰分	炭水化物
アオ型	2021/1	5	229±17	90.6±0.6	5.1±0.7	0.5±0.1	3.3±0.1	0.7±0.6
	2022/2	10	225±34	92.5±1.3	2.4±0.4	0.2±0.1	3.4±0.1	1.5±1.1
	2020/12	10	230±26	90.8±0.9	4.7±1.2	0.3±0.2	3.3±0.1	1.0±0.7
アカ型	2021/1	10	224±17	92.2±0.7	2.7±0.3	0.2±0.1	3.4±0.1	1.4±0.8
	2021/2	10	182±24	93.4±0.2	2.0±0.6	0.1±0.1	3.4±0.1	1.1±0.6

表 2. アカ型マナマコ生殖巣の一般成分

性別	産地	漁獲年月	標準体長 (mm)	生殖腺重量 (g)	一般成分(%)				
					水分	粗タンパク	粗脂肪	粗灰分	炭水化物
卵巣	浜田	2021/3	297	13	87.6	6.5	1.1	2.8	2.0
	松江	2022/3	322	35	87.8	6.4	1.8	3.3	0.7
			328	39	85.9	5.9	2.4	2.9	2.8
	浜田	2022/3	309	36	83.2	3.1	2.7	2.9	8.1
			329	47	86.0	3.8	2.2	3.0	4.9
精巣	浜田	2022/2	284	42	87.9	1.9	0.1	3.1	7.0

化合物を表 3 に示す。体壁の ATP は 0.05 μmol/g 以下、IMP は 0.09 μmol/g 以下であった。縦走筋の ATP は 3 部位中で最も多く、アオ型が 0.47~0.77 μmol/g、アカ型が 0.66~0.88 μmol/g、腸の ATP はアオ型が 0.10~0.25 μmol/g、アカ型が 0.12~0.20 μmol/g であった。アカ型の生殖巣の ATP は、卵巣が 0.01~0.25 μmol/g、精巣が検出限界以下~0.05 μmol/g であった。IMP はいずれの部位においても概ね 0.1 μmol/g 以下であった。

遊離アミノ酸分析 2020 年 4 月の浜田産アオ型、アカ型の部位別遊離アミノ酸量を表 4 に、部位別遊離アミノ酸組成を図 1 に示す。遊離アミノ酸総量は、縦走筋がアオ型 450 mg/100 g、アカ型 639 mg/100 g と最も多く、腸がアオ型 137 mg/100 g、アカ型 230 mg/100 g と次ぎ、体壁がアオ型 5.1 mg/100 g、アカ型 16.0 mg/100 g と最も少なかった。部位別の組成については、体壁ではアオ型はグルタミン酸(Glu)が 71.6%(3.7 mg/100 g) を占めたのに対し、アカ型では Glu が約 51.3%(8.18 mg/100 g)、タウリン(Tau)が 19.2%(3.07 mg/100 g)を占めた。縦走筋では、Glu がアオ型で 48.0%(216 mg/100 g)、アカ型で 53.6%(343 mg/100 g)と約半分を占め、アオ型では Tau が

16.5%(74.3 mg/100 g)、アルギニン(Arg)が 13.4%(60.1 mg/100 g)と次ぎ、アカ型ではアスパラギン酸(Asp)が 14.7%(94.1 mg/100 g)、タウリンが 11.0%(70.0 mg/100 g)と次いだ。腸では、Tau がアオ型で 59.5%(81.5 mg/100 g)、アカ型で 56.6%(130 mg/100 g)を、Glu がアオ型で 21.9%(28.7 mg/100 g)、アカ型で 20.4%(46.9 mg/100 g)を占め、それ以外の遊離アミノ酸はいずれも 5%以下であった。

2021 年 3 月、2022 年 2 月、3 月のアカ型生殖腺の遊離アミノ酸量を表 5 および図 2 に示す。いずれの時期も、遊離アミノ酸総量は精巣が卵巣の 2 倍近くあった。また、2020 年 2 月の遊離アミノ酸総量(卵巣 876 mg/100 g、精巣 1,629 mg/100 g)が、2021 年 3 月(卵巣 281 mg/100 g、精巣 709 mg/100 g)、2022 年 3 月(卵巣 347 mg/100 g、800 mg/100 g)に対して、卵巣、精巣ともに 2 倍以上あった。個別の遊離アミノ酸については、卵巣では Glu がいずれの時期も遊離アミノ酸総量の 60%以上(188~524 mg/100 g)を占めたのに対し、精巣では 33.4~49.5%(237~720 mg/100 g)であった。グリシン(Gly)は卵巣の 1.28~5.15%(4.46~45.1 mg/100 g)に対して精巣は 8.67~26.0%(69.4~184 mg/100 g)、アラニン(Ala)は卵巣の

表 3. マナマコ各部位の ATP 関連化合物

型別	部位	漁獲年月	個体数	標準体長±標準偏差 (mm)	ATP関連化合物(μmol/g wet wt.)					
					ATP	ADP	AMP	IMP	HxR	Hx
アオ型	体壁	2020/3	4	250±31	0.01-0.02	ND-0.01	ND	ND-0.01	ND	0.01
		2020/4	5		0.03-0.05	0.02-0.07	ND	ND	ND	ND
	縦走筋	2020/4	5	325±47	0.47-0.77	0.14-0.23	0.02-0.04	0.01-0.02	ND	0.01-0.03
	腸	2020/4	5		0.10-0.25	0.15-0.25	0.03-0.07	0.02-0.09	ND	0.05-0.07
アカ型	体壁	2020/3	4	189±36	0.02-0.11	0.01-0.04	ND-0.01	0.04-0.09	ND-0.01	0.01-0.08
		2020/4	6	308±17	0.01-0.04	0.04-0.07	ND-0.01	ND-0.01	ND	ND-0.02
	縦走筋	2020/4	6		0.66-0.88	0.20-0.27	0.04-0.06	0.01-0.02	ND-0.01	0.04-0.06
	腸	2020/4	3	297±14	0.12-0.20	0.22-0.39	0.07-0.22	0.02-0.16	ND	0.08-0.14
	卵巣	2021/3	3	294±14	0.01-0.02	0.04-0.05	0.01-0.08	0.02	0.02-0.49	0.10-0.29
		2022/3	4	322±9	0.02-0.25	0.14-0.35	0.21-0.34	0.01-0.02	0.07-0.33	0.03-0.12
精巣	2021/3	3	294±24	ND-0.01	0.03-0.04	0.24-0.41	0.07-0.08	0.02-0.03	0.37-0.44	
	2022/3	3	279±56	0.01-0.05	0.11-0.20	0.34-0.48	0.02-0.08	0.02-0.28	0.04-0.22	

ND:不検出

表 4. マナマコ各部位の遊離アミノ酸含量

漁獲年月	2020/4					
	体壁		縦走筋		腸	
	アオ型 (n=5)	アカ型 (n=6)	アオ型 (n=5)	アカ型 (n=6)	アオ型 (n=5)	アカ型 (n=3)
平均標準体長±SD(mm)	325±47	308±17	325±47	308±17	325±47	297±14
Phosphoserine	ND	0.40	ND	4.58	ND	ND
Tau	ND	3.07	74.26	70.03	81.48	130.13
O-phosphoethanolamine	ND	0.02	ND	ND	0.09	0.10
Asp	0.13	0.71	33.61	94.08	3.17	2.90
Hydroxyproline	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Thr	0.07	0.17	3.99	4.80	1.32	2.35
Ser	0.08	0.11	0.00	0.09	0.48	0.53
Glu	3.67	8.18	216.07	342.65	28.68	46.94
Sar	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-Aminoadipic acid	ND	ND	ND	ND	0.17	0.22
Pro	0.04	0.17	22.85	26.98	0.85	1.85
Gly	0.09	0.17	1.81	1.33	1.16	4.84
Ala	0.15	0.65	20.08	21.05	4.67	10.87
Cit	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-Aminobutyric acid	ND	ND	ND	ND	ND	1.21
Val	0.05	0.04	3.00	2.80	1.50	3.48
(Cys)2	ND	0.17	0.57	0.24	0.11	0.58
Met	ND	ND	0.24	ND	0.30	0.28
Ile	ND	ND	0.34	0.43	0.69	1.37
Cystathionine	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Leu	ND	0.01	ND	ND	0.54	0.51
Tyr	0.02	0.33	6.00	1.67	0.35	1.94
Phe	0.05	0.09	0.80	1.34	1.16	2.15
β Ala	0.05	0.10	0.68	0.33	1.40	1.34
3-Aminoisobutyric acid	ND	ND	0.19	0.11	0.16	0.22
4-Aminobutyric acid	ND	0.01	ND	0.01	0.01	0.05
His	0.16	0.03	0.15	0.38	0.35	0.99
3-Methylhistidine	ND	ND	0.13	0.04	0.02	ND
1-Methylhistidine	ND	ND	ND	ND	0.01	ND
Car	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ans	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hydroxylysine	ND	0.02	0.04	0.43	0.27	0.19
Orn	ND	0.04	0.24	0.47	ND	0.11
Lys	0.16	0.51	5.00	8.00	3.26	5.08
Arg	0.40	0.96	60.12	57.47	4.79	9.68
計	5.12	15.95	450.17	639.29	136.98	229.89

ND:不検出

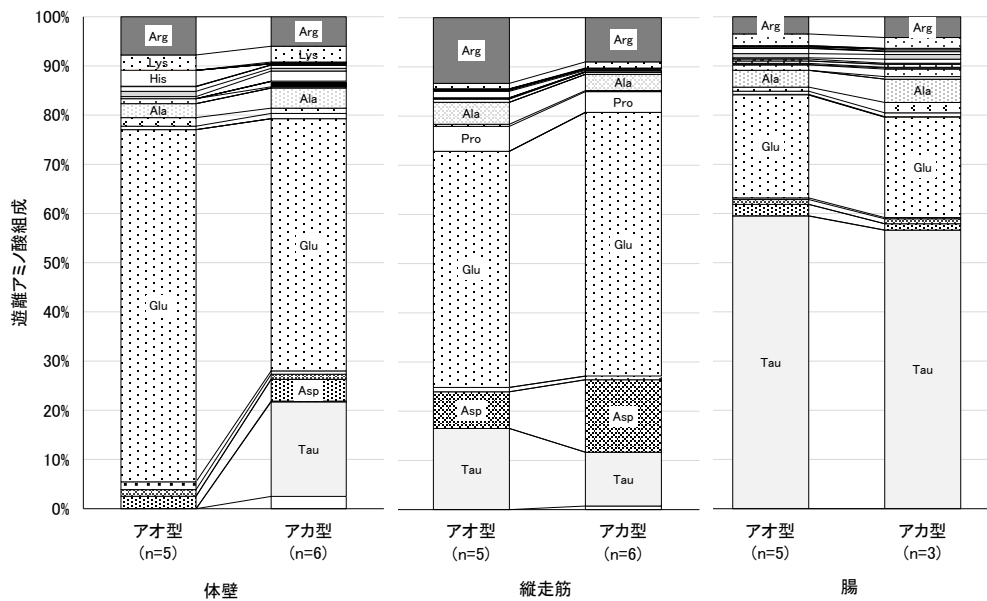


図 1. マナマコ各部位の遊離アミノ酸組成

表 5. アカ型マナマコ生殖巣の遊離アミノ酸含量

漁獲年月	(mg/100g wet wt.)					
	2021/3		2022/2		2022/3	
	卵巣(n=3)	精巣(n=3)	卵巣(n=3)	精巣(n=4)	卵巣(n=4)	精巣(n=3)
平均標準体長±SD(mm)	294±14	294±24	286±3	281±19	322±9	279±56
Phosphoserine	ND	ND	1.11	2.10	0.65	1.06
Tau	ND	69.21	118.01	131.04	ND	74.95
O-phosphoethanolamine	5.12	0.08	5.66	0.06	5.28	2.44
Asp	2.80	8.32	5.44	16.09	1.61	4.96
Hydroxyproline	ND	ND	ND	2.33	ND	ND
Thr	5.51	11.16	16.18	65.79	5.99	29.51
Ser	3.01	5.53	5.40	10.99	4.42	7.43
Glu	187.81	236.71	524.45	719.63	218.65	395.80
Sar	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-Amino adipic acid	ND	ND	ND	ND	ND	2.04
Pro	0.36	58.04	5.26	213.71	4.51	66.33
Gly	5.14	184.21	45.14	158.34	4.46	69.36
Ala	6.36	112.33	20.77	186.11	23.37	49.88
Cit	ND	ND	ND	0.19	ND	ND
2-Aminobutyric acid	0.56	0.83	ND	3.69	ND	0.28
Val	6.96	7.25	6.88	25.60	6.92	11.00
(Cys)2	1.29	0.34	2.09	2.75	1.58	2.33
Met	ND	ND	ND	1.26	ND	ND
Ile	2.68	2.22	3.16	13.76	2.76	4.28
Cystathionine	ND	ND	ND	2.71	ND	ND
Leu	0.52	ND	1.65	8.75	ND	1.19
Tyr	1.45	0.94	5.03	8.15	2.10	3.66
Phe	0.81	0.85	2.99	4.46	1.45	4.16
β Ala	0.16	0.49	0.88	1.06	0.33	1.03
3-Aminoisobutyric acid	0.03	0.11	0.37	0.32	0.19	0.59
4-Aminobutyric acid	0.06	0.05	0.38	0.01	0.08	0.10
His	0.49	0.76	2.15	2.54	0.58	1.17
3-Methylhistidine	ND	0.02	0.04	0.11	ND	0.03
1-Methylhistidine	ND	ND	ND	0.05	ND	0.02
Car	ND	ND	ND	0.11	ND	ND
Ans	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hydroxylysine	0.65	0.29	1.53	1.17	1.05	1.88
Orn	ND	ND	ND	0.89	ND	ND
Lys	26.02	6.35	54.48	28.12	41.07	48.43
Arg	22.82	2.75	47.04	16.66	20.70	16.48
計	280.61	708.85	876.09	1628.54	347.74	800.40

ND:不検出

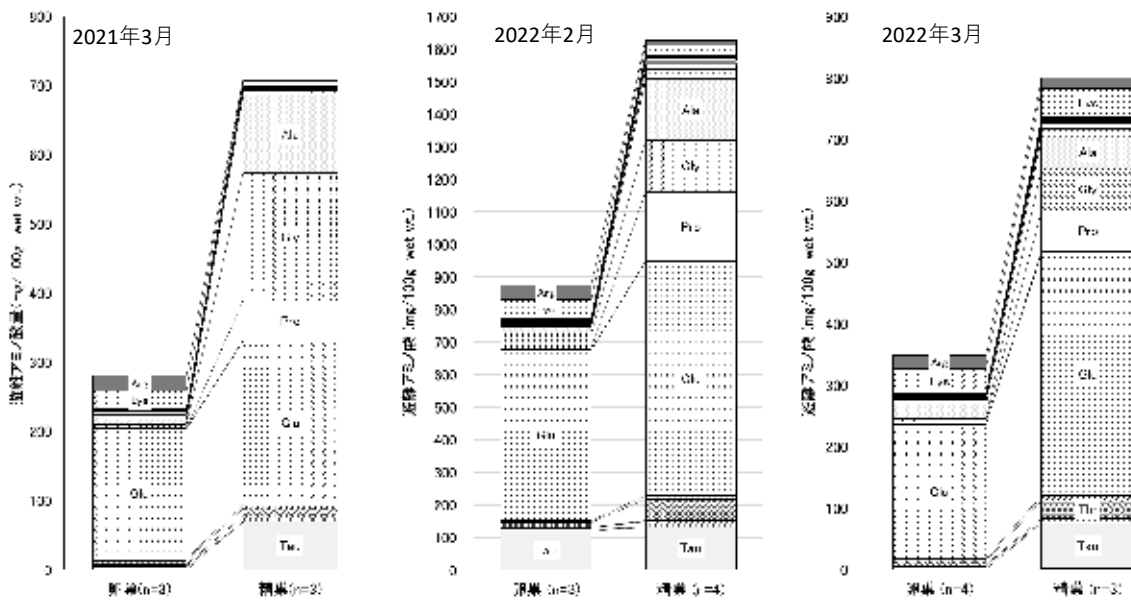


図 2. アカ型マナマコ生殖腺の遊離アミノ酸含量

2.26~6.72%(6.36~23.4 mg/100 g) に対して精巢は 6.23~15.9%(49.9~112 mg/100 g), プロリン(Pro)は卵巣の 0.13~1.30%(0.36~5.26 mg/100 g)に対して精巢は 8~13%(58.0~214 mg/100 g)であった。Tau は卵巣が 2022 年 2 月に 13%(118 mg/100 g)で 2021 年 3 月および 2022 年 3 月は検出限界以下であったのに対して、精巢はいずれの時期も 8.05~9.76%(69.2~131 mg/100 g)であった。

揮発成分分析 アカ型の産地別、季節別、部位別のトータルイオンクロマトグラム(TIC)のピーク面積値を表 6 および図 3 に示す。炭素数 8~13 のアルコール類が 7 種類、炭素数 6~10 のアルデヒド類が 4 種類検出された。アルコール類とアルデヒド類は、松江産では 2 月、浜田産では 3 月が、他の月に比べて

高く、特に浜田産の 3 月は著しく高い値を示した。部位別では、体壁の腹側と背側では前者が高いとき、後者が高いときがあり、腸は松江産の 2 月を除いて体壁よりも高い値を示した。

干しなまこ試作 アオ型 7 個の体壁 (平均重量±標準偏差: 192±58 g) 及びアカ型 3 個の体壁 (平均重量±標準偏差: 149±30 g) を煮熟後、乾燥とあん蒸を繰り返して干しなまこを試作したときの生鮮体壁からの歩留まりの変化を図 4 に示す。煮熟後の体壁からの平均歩留まりはアオ型が 32.5%, アカ型が 42.3%であった。また、試作品の体壁からの平均歩留まり (製品重量/加工前重量×100) はアオ型が 6.4%, アカ型が 7.1%であった。

表 6. 地区別月別部位別のアカ型マナマコの揮発成分

構造分類	組成式	化合物名	松江									浜田								
			12月			2月			3月			12月			2月			3月		
			体壁腹 (n=5)	体壁背 (n=5)	腸 (n=5)	体壁腹 (n=5)	体壁背 (n=5)	腸 (n=5)	体壁腹 (n=6)	体壁背 (n=6)	腸 (n=6)	体壁腹 (n=5)	体壁背 (n=5)	腸 (n=5)	体壁腹 (n=5)	体壁背 (n=5)	腸 (n=4)	体壁腹 (n=5)	体壁背 (n=4)	腸 (n=4)
アルコール	C ₈ H ₁₈ O	1-Octanol	215	431	9,360	23,300	49,600	647	1,470	463	1,230	506	298	49,200	52	107	15,400	179,000	21,100	11,300
	C ₉ H ₁₈ O	3,6-Nonadien-1-ol, (E,Z)-	ND	ND	22	15,600	48,000	55,300	5,060	ND	8,730	ND	ND	162	35	ND	9,440	48,500	23,700	30,200
	C ₉ H ₁₈ O	3-Nonen-1-ol, (Z)-	ND	ND	1,280	5,050	18,700	17,800	1,560	ND	2,750	ND	ND	7,130	ND	ND	2,280	17,000	8,210	21,700
	C ₉ H ₂₀ O	1-Octanol, 2-methyl-	ND	ND	682	23,200	73,200	57,900	9,940	ND	21,800	ND	ND	19,400	3,210	956	75,500	193,000	107,000	316,000
	C ₁₀ H ₂₀ O	(Z)-4-Decen-1-ol	ND	ND	540	4,980	17,500	18,700	6,620	ND	6,550	4	ND	6,840	ND	ND	437	20,500	6,020	72,500
	C ₁₀ H ₂₀ O	5-Decen-1-ol, (Z)-	ND	ND	675	2,800	7,170	15,300	4,390	ND	417	ND	ND	5,930	1,330	396	40,400	51,300	7,430	61,200
	C ₁₃ H ₂₄ O	11-Tridecyn-1-ol	ND	ND	123	28,200	54,000	48,300	ND	ND	ND	ND	748	499	ND	22,500	246	110	96,800	
アルデヒド	C ₆ H ₁₂ O	Hexanal	305	293	2,560	ND	555	ND	465	878	6,880	79	195	1,240	195	312	550	575	263	3,410
	C ₈ H ₁₆ O	Octanal	50	ND	476	32	335	32	129	28	806	ND	ND	482	66	121	335	1,440	314	1,560
	C ₉ H ₁₈ O	Nonanal	60	83	301	184	280	45	1,060	832	276	141	184	127	143	69	279	908	784	973
	C ₁₀ H ₁₈ O	cis-7-Decen-1-al	ND	ND	872	5,970	37,100	35,900	24,000	ND	29,200	ND	ND	15,700	30	193	33,600	258,000	226,000	379,000

ND:不検出

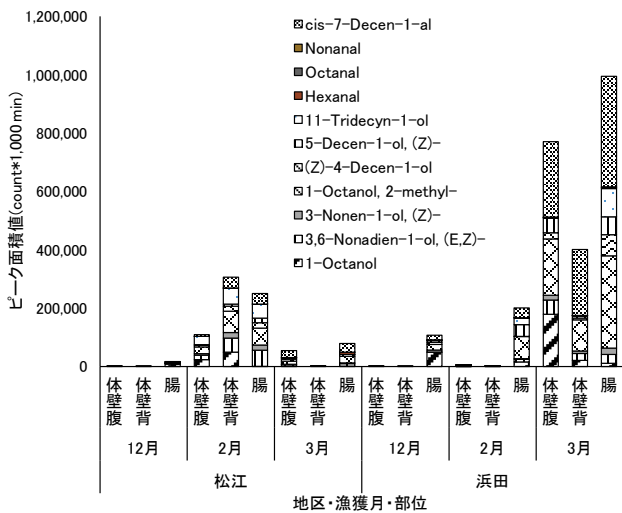


図 3. 地区別月別部位別のアカ型マナマコの揮発成分

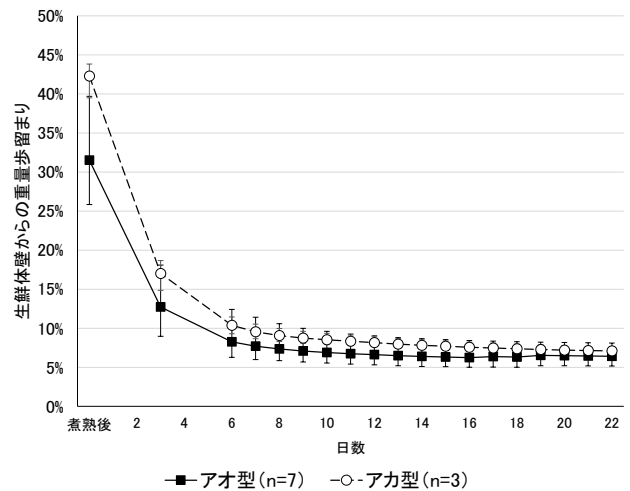


図 4. 干しなまこ試作における歩留まりの変化 (煮熟後から 20°C・8 時間乾燥→5°C・16 時間あん蒸/日) 上下線は最大値と最小値を示す

考察

マナマコの主要な可食部位は、干しなまこ、生食いずれにおいても体壁であり、副産物的に得られる腸は「このわた」に、生殖巣は「ばちこ(くちこ)」に加工される。縦走筋は干しなまこの加工において除去され、ほとんど利用されないが、マナマコの運動にかかわる部位であるため分析した。

体壁については、魚肉と比較して水分が多く、粗タンパクが少なく、粗脂肪がほとんどないという特徴があった。アオ型については1月から2月にかけて、アカ型については12月から翌年2月にかけて、それぞれ粗タンパクが少なくなる傾向が見られた。生食向けアカ型の旬は年末年始とされるが、粗タンパク含量が栄養価のみならずテクスチャーを含めた食味に影響する可能性があり、官能評価との関係など今後の研究課題である。また、体壁のエキス成分については、ATP 関連化合物、遊離アミノ酸ともに著しく少なかった。生きたマナマコの体壁は外的な刺激等に対してすみやかな硬化を示すが、これは体壁の大部分を占める真皮層が硬さの変化や維持を少ないエネルギーで可能にするキャッチ結合組織で構成されていることによる。⁹⁻¹⁰⁾すなわち、生体であるにもかかわらず体壁の ATP 含量が極めて微量なのは、その特異な構造および硬化の機序ゆえと考えられる。

縦走筋については、マナマコの主要部位のうち ATP 関連化合物、遊離アミノ酸ともに最も多かった。しかしながら、ATP は即殺直後の魚類体側筋の 5~10 $\mu\text{mol/g}$ ¹¹⁾の 10%以下と著しく少なかった。このことは、マナマコの運動には筋肉の関与が少なく、前述のキャッチ結合組織や管足系が主要な運動機能を果たしていることを示唆している。一方で、遊離アミノ酸はアオ型、アカ型ともにうま味系である Glu が閾値とされる 0.06%¹²⁾ (30 mg/100 g)を大きく上回っており、アカ型では同じくうま味系である Asp も多いことから、マナマコの部位では最もうま味に富んでいるといえる。体重の 1~3%と微量なため利用されていないが、食用として検討の余地がある。

腸については、ATP 関連化合物が体壁よりはわずかに多かったが、縦走筋よりは少なかった。遊離アミノ酸は、Glu が前述の閾値前後と多くないが、さまざまな機能が指摘されている Tau¹³⁾はアオ型、アカ型ともに縦走筋を上回っていた。「このわた」特

有の風味は遊離アミノ酸以上に、後述する揮発成分によるものが大きいことが示唆される。

鳥根県沿岸域では現在のところ、生殖巣が発達したアオ型が見つかっておらず、本研究でも 2~3 月のアカ型にのみ生殖巣が確認された。アカ型生殖巣の一般成分については、水分が約 83~88%を占め、粗タンパクおよび粗脂肪は卵巣に多い傾向がみられた。小櫛・原田¹⁴⁾による石川県七尾湾周辺で3月に漁獲された活マナマコ(型は不明)の卵巣と精巣の混合物における一般成分分析では、本研究と比較して、水分(\pm 標準偏差)は 83.6 \pm 0.6%とやや少なく、粗タンパク(\pm 標準偏差)は 9.7 \pm 0.2%と高かったことが報告されている。本研究の一般成分分析では、精巣について十分なサンプル量が得られなかったことから1検体しかできなかつたため、卵巣との詳細な比較は今後の検討課題である。アカ型生殖巣のエキス成分について、ATP 関連化合物は体壁、縦走筋、腸と同様にわずかだったが、遊離アミノ酸は豊富に含まれていた。卵巣と精巣の遊離アミノ酸の量と組成には大きな差異があり、精巣は同時期の卵巣に対して2倍前後の遊離アミノ酸を含んでおり、卵巣はうま味系の Glu が主体だったが、精巣は Glu に加えて甘味系の Gly, Ala, Pro も明らかに多かった。また、2月の遊離アミノ酸量は3月に比べ卵巣、精巣ともに2倍以上確認され、季節的な変化が示唆された。前述した小櫛・原田¹⁴⁾は、卵巣と精巣の混合物の遊離アミノ酸について、Glu が半分近くを占め、次いで Ala, Gly, Pro, Tau の順に多かったことを報告しており、分析に供した卵巣と精巣の重量比は不明であるが、おおむね本研究と類似した結果になっている。平野ら¹⁵⁾は、キタムラサキウニ生殖腺(生殖巣)の遊離アミノ酸組成において、卵巣と精巣でかなりの差がみられることを報告しているが、卵巣と精巣の遊離アミノ酸総量は本研究のアカ型マナマコほど極端な差ではない。本研究におけるアカ型マナマコの生殖巣における個別の遊離アミノ酸を平野ら¹⁵⁾によるキタムラサキウニ生殖巣と比較すると、Glu がより富んでおり、精巣においては Gly, Ala, Pro がほぼ同等だが、苦味系であるバリン(Val)、ロイシン(Leu)、イソロイシン(Ile)、ヒスチジン(His)、リジン(Lys)、アルギニン(Arg)が明らかに少なかった。これら苦味系遊離アミノ酸は、エキスのような複雑な多成分系において別の呈味効果を発揮するとされており、¹⁶⁾マナマコ生殖巣とキタムラサキウニ生殖巣の呈味の差異に関与していると考えられる。本

研究では2月の生殖巣が卵巣，精巣ともに3月よりも遊離アミノ酸に富むという結果が得られ，生殖巣の“匂”を示唆するものであるが，官能評価も含めた詳細な検討が必要である．なお，島根県内の干しなまこ加工業者では，アカ型から副産物的に得られる卵巣と精巣を混ぜて「ばちこ（くちこ）」を製造しているが，栄養や食味のバランスにおいて理にかなった製法といえる．

以上から，マナマコのエキス成分については，各部位の ATP 関連化合物は呈味性においては無視できるほどわずかで，魚類の主たるうま味成分である IMP は各部位とも $0.12 \mu\text{mol/g}$ 以下であり，閾値とされる $1 \mu\text{mol/g}$ ¹⁷⁾を大幅に下回っていた．遊離アミノ酸については縦走筋，生殖巣といった限られた部位に多かったが，総じて呈味性に乏しい水産物であることがわかった．

アカ型の臭気を構成する揮発成分について，生食向けの可食部である体壁では，浜田産は12月，2月と比較して3月がアルコール類，アルデヒド類ともに大きくピーク面積値が増大し，松江産では12月と比較して2月がアルコール類，アルデヒド類ともに大きなピーク面積値を示した（表6，図3）．この結果は，島根県内で相場が高い年末年始から春季に向けてにおいが強くなるという漁業現場における指摘を示唆するものである．生のマナマコに特有のにおいは，しばしば“磯の香り”と評されるように好ましいものとされる一方，においの組成が変わる，あるいはにおいが強くなりすぎることにより，好ましくない臭気に変わることが推察される．本研究では詳細な官能試験を行わなかったが，揮発成分との関係など詳細な検討をすることで臭気の原因が明らかになる可能性がある．なお，これらの臭気は煮熟工程で抜けるので，春季は干しなまこの原料としての活用が望ましいかもしれない．腸についても体壁と同様な季節変化の傾向がみられたが，総じて体壁よりも揮発成分のピーク面積が大きい傾向があった．このことは，香りが強い「このわた」独特の風味との関係を示唆している．

干しなまこの試作にあたっては，アオ型がアカ型に対して煮熟後の歩留まり減が大きく，製品の歩留まりも小さい傾向が認められた．製品の形状もアオ型は円柱状（棒状）を呈するのに対して，アカ型は前後方向中央に膨らみがある楕円体を呈した（図5）．また，干しなまこの品質面で重要視される棘状の突起（疣足）はアオ型のほうに顕著に現れ，アカ型には

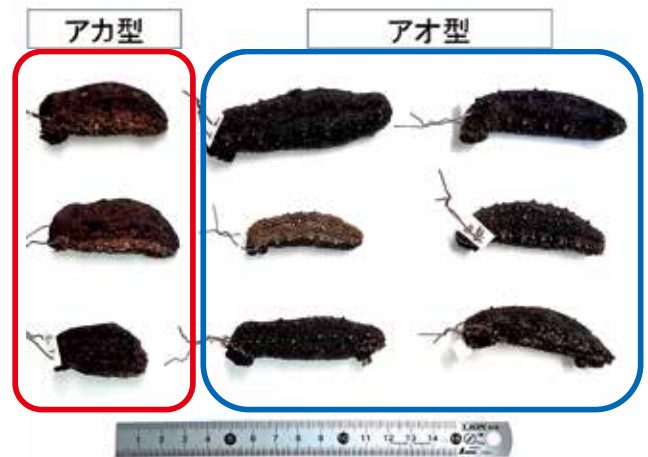


図5. 試作した干しなまこの側面外観（個体識別用のタグと針金がついている）



図6. 試作した干しなまこの側面外観拡大（個体識別用のタグと針金がついている）

ほとんど認められなかった（図6）．静岡県伊豆産のアオ型とアカ型を用いた乾燥なまこ（干しなまこ）の試作においても同じような結果が報告されている．¹⁸⁾

干しなまこはゼラチン質の食感が珍重される食材であり，その食味はスープを含ませることで達成されるものであることから，そもそも呈味性については重視されない．干しなまこの原料としては，製品の外観のみならず乾燥のしやすさ，すなわち加工性においてもアオ型のほうがアカ型よりも優れている．一方で，アカ型は生食向けとして好まれているが，相場の高い年末年始には可食部である体壁の粗タンパクが多く臭気の原因となる揮発成分が少ない，すなわち生食における品質に優れることが示唆された．島根県内におけるマナマコは，特有の性質をもつ体壁，また腸，縦走筋，生殖巣それぞれが異なる成分特性を持ち，縦走筋を除く各部位についてはそれぞれに適した加工技術が確立しており，無駄なく利用されている水産物といえる．

謝辞

渡辺鮮魚店株式会社代表取締役の梅野恭範 氏、漁業協同組合 JF しまね島根町支所（当時）の藤岡良 氏には、供試用マナマコの確保にあたりご協力いただいた。株式会社たじまや代表取締役の宮崎雅也 氏には、マナマコ加工における種々の知見や技術をご教授いただいた。鳥根県水産技術センターの会計年度任用職員の皆様には、測定や分析前処理にご協力いただいた。ここに記して深く感謝する。

文献

- 1) 五嶋聖治：マナマコの分類・学名，「ナマコ漁業とその管理—資源・生産・市場」（廣田将仁・町口裕二 編），恒星社厚生閣，東京，p. 48 (2014).
- 2) 山名裕介，五嶋聖治，浜野龍夫，遊佐貴志，古川佳道，吉田奈未：北海道および本州産マナマコの体サイズ推定のための回帰式. 日水誌，**77**，989–998 (2011).
- 3) 「食品衛生検査指針 理化学編」（厚生省生活衛生局監修），社団法人 日本食品衛生協会，東京，p. 717 (1991).
- 4) 魚介類有効成分利用技術開発研究—成分分析マニュアル，水産庁研究部研究課，pp. 382–385 (1988).
- 5) E. G. Bligh and W. J. Dyer： A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911–917 (1959).
- 6) 魚介類有効成分利用技術開発研究—成分分析マニュアル，水産庁研究部研究課，pp. 389–390 (1988).
- 7) 成田正直，宮崎亜希子，飯田訓之：乾燥ナマコの製造基準の確立. 道総研網走水産試験場平成 21 年度事業報告書. 64–67 (2009).
- 8) 成田正直：乾燥ナマコの品質・加工，「ナマコ漁業とその管理—資源・生産・市場」（廣田将仁・町口裕二 編），恒星社厚生閣，東京，pp. 223–243 (2014).
- 9) T. Motokawa: Skin of sea cucumbers: the smart connective tissue that alters mechanical properties in response to external stimuli. *Journal of Aero Aqua Bio-mechanisms*, **8**, 2–5 (2019).
- 10) 本川達雄：キャッチ結合組織：棘皮動物に特有の硬さの変わる皮. 海洋と生物，**42**，244–248 (2020).
- 11) 渡部終五：硬直に伴う筋肉の生化学的変化，「魚類の死後硬直」（山中英明 編），恒星社厚生閣，東京，pp. 9–20 (1991).
- 12) 須山三千三，鴻巣章二編，水産食品学，恒星社厚生閣，東京，1987，pp. 81–83.
- 13) 村上 茂：タウリン研究と産業利用の歴史. タウリンリサーチ，**1**，7–8 (2015).
- 14) 小櫛満里子，原田禄郎：ナマコ生殖巣の干物（このこ）と類似海産製品の一般組成およびエキス成分. 日本栄養・食糧学会誌，**52**，79–84 (1999).
- 15) 平野敏行，山沢 進，須山三千三：キタムラサキウニ生殖腺のエキス成分に関する研究. 日水誌，**44**，1037–1040 (1978).
- 16) 山口勝己，渡辺勝子：魚介類の味とエキス成分，「魚介類のエキス成分」（坂口守彦 編），恒星社厚生閣，東京，pp. 104–115 (1988).
- 17) M. Murata and M. Sakaguchi： The effects of phosphatase treatment of yellowtail muscle extracts and subsequent addition of IMP on flavor intensity. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**, 1599–1603 (1989).
- 18) 鈴木勇己：談話室 伊豆産乾燥なまこ製造の取組，伊豆分場だより第 350 号，静岡県水産・海洋技術研究所伊豆分場，12–17 (2017).

島根県に水揚げされるイトヨリダイ類の混じりの実態

寺門弘悦¹・岡 俊秀^{2a}

Actual status of the confusion of the yellowbelly threadfin bream *Nemipterus bathybius* with the golden threadfin bream *N. virgatus* in fish landings in Shimane Prefecture, western Japan

Hiroyoshi TERAKADO and Toshihide OKA

キーワード: イトヨリダイ, ソコイトヨリ, 市場での混在, 漁場での混獲

2018 年 12 月の漁業法の改正に伴い我が国の資源評価対象魚種が拡大され, 2021 年度にイトヨリダイ *Nemipterus virgatus* が対象種として新たに加えられた. 資源評価を行ううえで対象種の漁獲量は重要な情報であり, 対象種以外が混じって水揚げされる場合, その程度によっては漁獲量の正確な把握が難しくなる. 島根県では, イトヨリダイは主に底びき網漁業や釣り・延縄漁業で漁獲され, 近縁種であるソコイトヨリ *N. bathybius* も混獲される場合がある. そのため, 市場で「イトヨリダイ」という名称で水揚げされるもの (以下, イトヨリダイ類) の中にソコイトヨリがどの程度混じるのかについて調べておく必要がある.

本報告では, 島根県に水揚げされるイトヨリダイの漁獲動向を整理するとともに, 2021~2023 年の間に県内主要市場において市場調査を行い, イトヨリダイ類中のソコイトヨリの混じりの実態を調べた. さらに, 漁場における両種の混獲状況について釣獲調査およびトロール調査により調べた.

方法

漁獲統計調査 漁獲管理情報処理システム^{1,2)} (以下, 漁獲情報システム) では, イトヨリダイとソコイトヨリが合算された漁獲量しか得られない仕様のため, 漁獲情報システムの元データである市場の販売データからそれぞれの漁獲量を集計した. なお, 販売データ上の品名である「いとより」もしくは「いとよりだい」はイトヨリダイ, 「ばけいとより」はソコイトヨリにあたる.

市場調査 本県でイトヨリダイを水揚げする主要漁業種類は小型底びき網漁業 (以下, 小底), 釣り・延縄漁業 (以下, 釣り・延縄) および沖合底びき網漁業 (以下, 沖底) であり (後述), これら 3 種の漁業種類で県全体のイトヨリダイ漁獲量の 96~100% を占める. 調査地は石見地区東部の大田市場と石見地区西部の浜田市場の 2 市場とした (図 1). これは 2016~2020 年のイトヨリダイの漁獲量において, 前者が小底の 85~99% を, 釣り・延縄の 57~84% を占め, 後者が沖底の 34~92% を占めることから選定した. これら 2 つの市場において, 2021~2023 年の間, イトヨリダイ類を対象にソコイトヨリの混在実態を調査した (表 1). 市場におけるイトヨリダイ類の銘柄は, (1) 立銘柄 (箱内に 1 種類の魚体が整列して入れられた銘柄), (2) バラ銘柄 (箱内に 1 種類の魚体が整列せずに入れられ, 一箱あたりの入数が不定の銘柄) および (3) 入合銘柄 (箱内に複数魚種が一箱に入れられ, 一箱あたりの入数が不定の銘柄) の 3 種類に大別される. 立銘柄は, 大田市場 (釣り・延縄, 小底) では一定の重量に対する漁獲物の「入数」で区分され, スチロール箱にそれが表記される. 一方, 浜田市場 (沖底) では立銘柄の重量は一定ではなく, スチロール箱の場合は整列された漁獲物の「段数」あるいは「段数×1 段あたりの整列数」で区分され, それが箱に表記される. 木箱の場合は, 1 段あたりの整列数が箱内で一定でないことが多く, 「段数」で区分され, 箱への表記はない. つまり, スチロール箱では箱への表記により一箱あたりの入数が把握できるが, 木箱ではその把握が容易ではない.

本調査ではイトヨリダイ類の立銘柄とバラ銘柄を

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

² 総合調整部 General Coordination Division

^a 現所属: 島根県農林水産部水産課 Shimane Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Department, Fisheries Division, Matsue, Shimane 690-8501, Japan

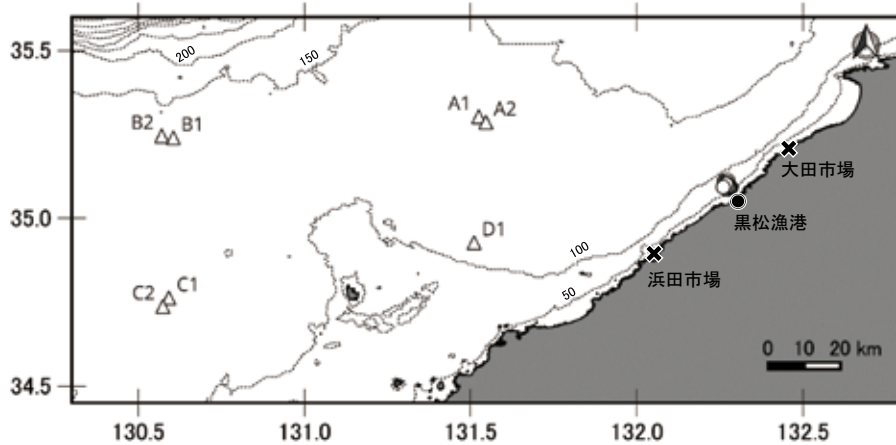


図1. 調査地点図

図中の○は標本船による釣獲調査, △はトロール調査のそれぞれの地点を, 点線は水深50 m ごとの等深線を示す. 背景図は国土地理院の行政区域データ³⁾を, 等深線は日本海洋データセンターの500 m メッシュ水深データ⁴⁾を使用して作図した.

表1. 市場調査の実施状況および調査結果

市場	調査日	調査対象	立銘柄とバラ銘柄			入合銘柄		体長測定尾数
			イトヨリダイ類の 判別尾数 /水揚尾数	うちソコイトヨリの 同定尾数 /水揚尾数	混在 割合 (%)	イトヨリダイ類の 判別尾数 /水揚尾数	うちソコイトヨリの 同定尾数 /水揚尾数	
大田市場	2021年11月5日	釣り・延縄 9隻	28 / 28	0 / 0	-	74 / 74	7 / 7	101
		小底A ^{*1}	28 / 28	0 / 0	-	0 / 0	0 / 0	28
		小底B	9 / 9	0 / 0	-	15 / 15	0 / 0	24
	2022年11月29日	釣り・延縄 7隻	159 / 159	0 / 0	-	11 / 11	5 / 5	- ^{*3}
		小底C	97 / 411	0 / 0	-	0 / 0	0 / 0	97
	小底D	102 / 259	1 / 1	0.39	0 / 0	0 / 0	102	
	2023年2月24日	小底E	61 / 61	0 / 0	-	25 / 25	0 / 0	86
浜田市場	2021年11月10日	沖底F	528 / 590 ^{*2}	0 / 0	-	8 / 8	0 / 0	-
	2021年11月19日	沖底G	560 / 560	0 / 0	-	35 / 35	0 / 0	-
	2021年12月1日	沖底F	1,099 / 1,303	11 / 12	0.92	22 / 22	0 / 0	-
		沖底G	492 / 645	0 / 0	-	0 / 0	0 / 0	-
	2022年11月17日	沖底H	389 / 389	0 / 0	-	0 / 0	0 / 0	59
2022年11月18日	沖底F	2,205 / 2,205	1 / 1	0.05	0 / 0	0 / 0	327	

*1 アルファベットは船の識別を表す

*2 下線のある水揚尾数は推定値

*3 体長測定は実施せず

調査対象とし, それらの銘柄に混在するソコイトヨリの割合 (以下, 混在割合) を下式により算出した.

$$\text{混在割合} = (\text{ソコイトヨリの水揚尾数}) / (\text{イトヨリダイ類の水揚尾数}) \times 100$$

入合銘柄は調査対象としたが, 混在状況の把握のみ行い, 漁業者が両種を混同して一緒に入れているか否かの判別がつかないため, 混在割合の算出には含めなかった. イトヨリダイおよびソコイトヨリの判別は, 側線始部の赤色斑の有無⁵⁾ (図2の写真A) により行った. イトヨリダイには赤色斑が有る一方, ソコイトヨリにはそれが無いことから, この判別ポ

イントにより, 立銘柄であれば箱内の全数を視認することは市場でも容易である. 種判別は原則水揚物の全てを対象に行ったが, 水揚箱数が多い場合は銘柄単位でその一部を対象とし, 銘柄別箱数を掛けて水揚尾数を推定した. また浜田市場の沖底のバラ銘柄については, 市場で全数の種判別・入数の計数が難しい場合, ランダムに抽出した一箱あたり39~50尾を対象に種判別を行った. この場合の一箱あたりの入数は, 2022年11月18日に浜田市場で調査を行った沖底のバラ銘柄4箱の平均入数101尾とした. 市場での体長測定は, 大田市場 (釣り・延縄, 小底) ではメジャー (尾叉長, 1 cm 単位), 浜田市場ではパンチング (尾叉長, 1 mm 単位) により行った.



図2. イトヨリダイ類の判別ポイントとソコイトヨリの混じりが確認された銘柄の写真
 写真 A はイトヨリダイにあつて、ソコイトヨリにはない側線始部の赤色斑（破線の丸囲み），写
 真 B～D は大田市場の釣り・延縄の入合銘柄（2021 年 11 月 5 日），写真 E は大田市場の小底のバ
 ラ銘柄（2022 年 11 月 29 日），写真 F～H は浜田市場の沖底の立銘柄（木箱 6 段：写真 F，木箱 8
 段：写真 G），バラ銘柄（写真 H）（2021 年 12 月 1 日）．矢印はソコイトヨリを示す．

釣り漁場での標本船による釣獲調査 釣り漁業の漁場での両種の混獲状況を把握するため、2023 年 6 月～2024 年 8 月の間、江津市の黒松漁港沖の水深 60～90 m (図 1) で操業する漁船（総トン数 1.78 トン）に、釣獲された全てのイトヨリダイとソコイトヨリの尾叉長（1 mm 単位）の体長測定を依頼した。釣獲

には 1 本の仕掛けに 4 本の枝針（チヌ針 6 号、餌はオキアミもしくはホタルイカ）を付けた立て釣り漁具が用いられた。

底びき網漁場でのトロール調査 底びき網漁業の漁場での両種の混獲状況を把握するため、2021 年 11 月 15～17 日に本県～山口県沖合の水深 110 m 台～

130m 台の7地点(図1)で試験船・島根丸(総トン数142トン)によるトロール調査(船速3.0ノット, 曳網時間30分間)を行った(表2)。曳網終了後, CTD(ASTD150, JFEアドバンテック株式会社)を投下し底層の水温を測定した。採集されたイトヨリダイとソコイトヨリはパンチングあるいはスケールにより尾叉長(1mm単位)を測定した。

結果

漁獲動向 島根県における2007年以降のイトヨリダイの漁獲量(属人)は, 2013年までは38~57トンで推移したが, 2014年に10トンに急減した(図3)。その後, 2015年は9トン, 2016年は11トンと低い水準が続いたが, 2017年以降は増加傾向に転じ, 2022年は最高値の71トンとなった。2023年は前年より減少して48トンであるが, 高い水準を維持している。地区別で見ると, 石見地区での漁獲量が平均して全体の7割, 出雲地区での漁獲量が全体の3割を占める。隠岐地区での漁獲は年間0.01~0.4トンであり, 石見・出雲地区に比べると非常に少ない。

漁業種類別では小底, 釣り・延縄および沖底の3つの漁業種類で県全体のイトヨリダイの漁獲量の96~100%を占める。2013年までは小底による漁獲量が19~38トンで県全体の50~73%を占め, 次いで釣り・延縄が7~17トンで県全体の17~45%を占めた。漁獲量が増加に転じた2017年以降, 釣り・延縄の漁獲割合は10~30%に低下する一方で, 沖底の漁獲割合は2007~2013年の1~11%から17~26%に上昇した。最高値となった2022年は, 小底(52トン)と沖底(12トン)ともに2007年以降で最高値

であった(図3)。

直近3年間(2021~2023年)の月別平均の漁獲動向をみると, 小底では秋季(9~11月)に, 沖底では主に春季(2~5月)と秋季(10~12月)に漁獲量が多い。釣り・延縄では周年漁獲があるが, 12月と1月は漁獲量が減る傾向であった(図4)。

イトヨリダイ類の合計漁獲量に占めるソコイトヨリの漁獲量の割合は, 2007年の6.5%から2008年に1.8%に一旦減少したが, 2009年から増加し2010年にピークとなる22.0%になった。2011年から再び減少し2013年は7.3%になり, さらに2014年に急減し, 以降は1%を下回る状況が続き, 2021年は0.4%, 2022年は0.9%, 2023年は0.5%であった(図5)。ソコイトヨリの漁獲量が多かった2009~2013年(3~13トン)はほとんどが石見地区東部の小底によるものであり, その割合は県全体の94~98%を占めた。また, 浜田市場の沖底では2007~2023年の間, ソコイトヨリとしての水揚げはなかった。

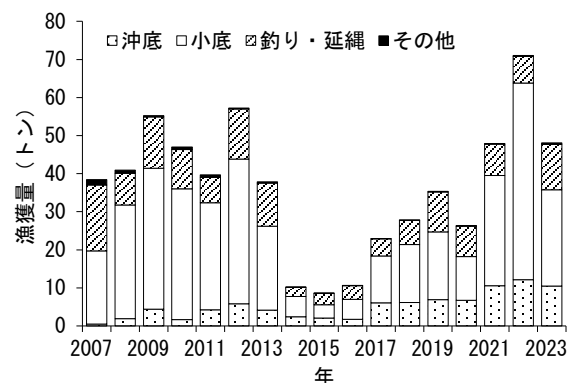


図3. イトヨリダイの漁業種類別の漁獲動向

表2. トロール調査の実施状況

調査海域	調査日	曳網時間(分)	曳網開始			曳網終了			底水温(°C)	採集状況
			時刻	緯度・経度	水深(m)	時刻	緯度・経度	水深(m)		
A1	2021年11月15日	30	12:02	35° 18.17' 131° 31.49'	135	12:32	35° 17.63' 131° 33.14'	136	11.2	採集されず
A2	2021年11月15日	30	13:22	35° 17.16' 131° 32.79'	134	13:52	35° 17.48' 131° 31.09'	133	12.2	採集されず
B1	2021年11月16日	30	7:31	35° 14.38' 130° 36.33'	129	8:01	35° 13.72' 130° 34.70'	131	9.4	採集されず
B2	2021年11月16日	30	8:48	35° 14.72' 130° 34.24'	131	9:18	35° 15.52' 130° 35.78'	131	9.1	採集されず
C1	2021年11月16日	30	12:26	34° 45.75' 130° 35.53'	121	12:56	34° 44.29' 130° 35.41'	121	17.8	採集されず
C2	2021年11月16日	25	14:32	34° 44.24' 130° 34.46'	127	14:47	34° 44.98' 130° 34.49'	127	17.8	イトヨリダイ3尾
D1	2021年11月17日	30	6:24	34° 55.65' 131° 30.65'	111	6:54	34° 55.56' 131° 32.47'	113	21.2	イトヨリダイ45尾 ソコイトヨリ3尾

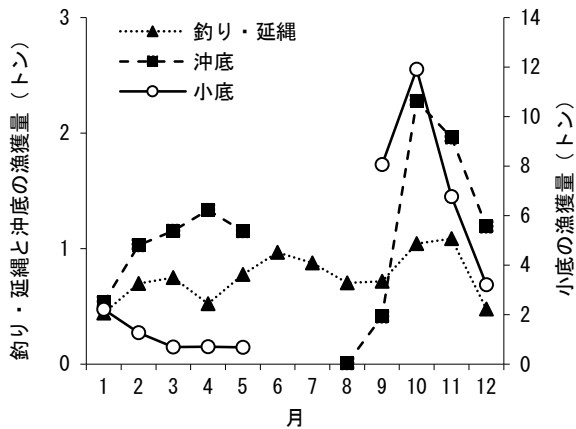


図 4. イトヨリダイの漁業種類別・月別の漁獲動向 (2021~2023 年の平均)

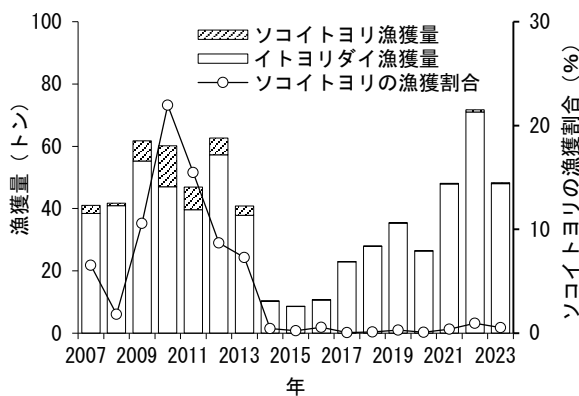


図 5. イトヨリダイとソコイトヨリの漁獲量, ソコイトヨリ漁獲割合の経年変化 (ソコイトヨリの多くは石見地区東部の小底によるもの)

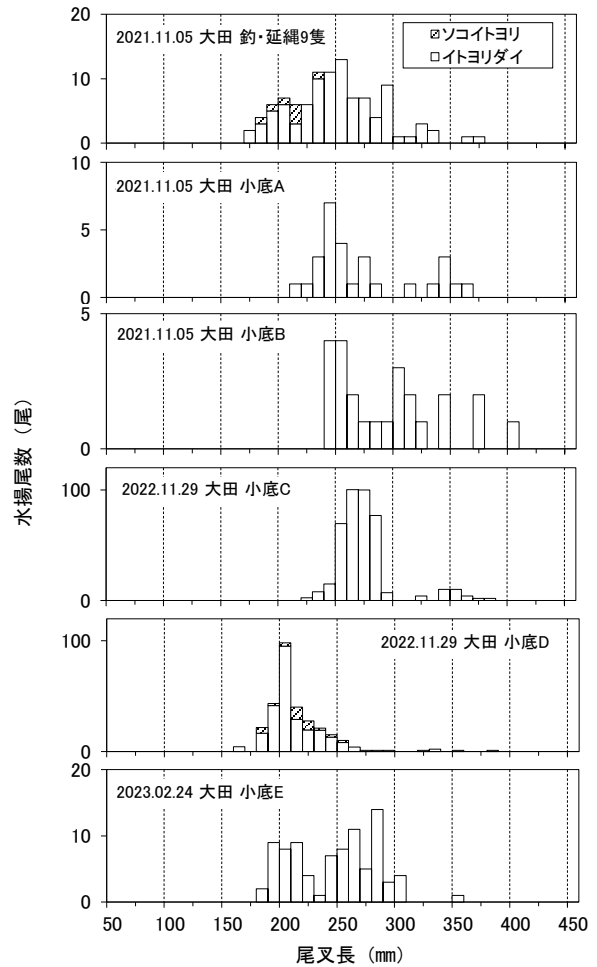


図 6. 大田市場に釣り・延縄と小底で水揚げされたイトヨリダイとソコイトヨリの体長組成

市場調査 各調査日における漁業種類別のイトヨリダイ類の判別尾数, 水揚尾数, 体長測定尾数およびソコイトヨリの同定尾数, 水揚尾数を表 1 に示す。

(1) **大田市場 (釣り・延縄)** 釣り・延縄では計 2 回の調査を実施した。2021 年 11 月 5 日 (1 回目) は 9 隻がイトヨリダイ類 [11 箱 (101 尾)] を水揚げしていた。そのうち 2 箱 (28 尾) が立・バラ銘柄であり, 全てがイトヨリダイであった。入合銘柄 [9 箱 (73 尾)] には 7 尾のソコイトヨリが含まれていた (図 2 の写真 B~D)。この日のイトヨリダイの尾叉長範囲は 17~37 cm 台, ソコイトヨリは 18~23 cm 台であった (図 6)。2021 年 11 月 29 日 (2 回目) は 7 隻がイトヨリダイ類 [14 箱 (170 尾)] を水揚げしていた。そのうち 11 箱 (159 尾) が立銘柄であり, 全てがイトヨリダイであった。入合銘柄 [3 箱 (11 尾)] には 5 尾のソコイトヨリが含まれていた。

(2) **大田市場 (小底)** 小底では計 3 回の調査を実施した。2021 年 11 月 5 日 (1 回目) は, 当日に水揚げをしていた小底漁船 33 隻のうち 2 隻 (小底 A,

B) がイトヨリダイ類 [4 箱 (52 尾)] を水揚げしていた。そのうち立銘柄は 3 箱 (37 尾), 入合銘柄は 1 箱 (15 尾) で全てがイトヨリダイであった。これらの尾叉長範囲は 21~40 cm 台であった。2022 年 11 月 29 日 (2 回目) は, 当日に水揚げをしていた小底漁船 31 隻のうち 7 隻がイトヨリダイ類を水揚げしていた。このうち 2 隻 (小底 C, D) で調査を行い, 小底 C は立銘柄 [25 箱 (411 尾)] のみを水揚げし, 全てがイトヨリダイであった。小底 D は立・バラ銘柄 [4 箱 (259 尾)] を水揚げしており, そのうちバラ銘柄にソコイトヨリ 1 尾 (尾叉長 18 cm 台) が混在し (図 2 の写真 E), 混在割合は 0.39% であった。加えて小底 D の水揚物には箱に「きいと」と表記のある, ソコイトヨリ (34 尾) のみの銘柄があった。この日のイトヨリダイの尾叉長範囲は 16~38 cm 台, ソコイトヨリは 18~25 cm 台であった。(図 6)。2023 年 2 月 24 日 (3 回目) は, 当日に水揚げをしていた小底漁船 33 隻のうち 3 隻がイトヨリダイ類を水揚げしており, このうち 1 隻 (小底 E) で調査を行っ

た。小底Eは立銘柄〔3箱(61尾)〕と入合銘柄〔1箱(25尾)〕を水揚げし、全てがイトヨリダイであった。これらの尾叉長範囲は18~35cm台であった。

(3) 浜田市場(沖底) 沖底では計5回(延べ6ヶ続)の調査を実施し、そのうち2回(2021年12月1日と2022年11月18日)でソコイトヨリの混在が確認された(表1)。2021年12月1日に実施した沖底Fでは1,303尾中12尾(混在割合0.92%)がソコイトヨリであり、立銘柄(木箱6段, 木箱8段)とバラ銘柄(木箱バラ)に入っていた(図2の写真F~H)。また、2022年11月18日の沖底Fでは2,205尾中1尾(混在割合0.05%)がソコイトヨリであり、立銘柄(木箱6段)に入っていた。2022年11月17日の沖底Hと同年11月18日の沖底Fの水揚物において銘柄別に体長を測定したところ、イトヨリダイの尾叉長範囲は17~41cm台、混在していたソコイトヨリ1尾の尾叉長は21cm台であった(図7)。

なお、両市場に共通して、入合銘柄では一箱に入られていた魚種組成と販売データ上の品名を突合したところ、いずれか一つが代表の魚種名で記録され、他の魚種は販売データに残っていなかった(表3)。また、代表の魚種は漁獲量も一箱分として計上されていた。この代表の魚種は、必ずしも箱内で最

も多い入数の魚種ではなかった。

標本船による釣獲調査 2023年6月17日~2024年8月24日の間で29回分のデータが得られた。各操業日における両種の釣獲尾数は15~52尾の間で変動し、全29回の調査でイトヨリダイ727尾(尾叉長107~375mm)、ソコイトヨリ268尾(尾叉長115~282mm)が釣獲された(図8)。全操業日でソコイトヨリが混獲され、各操業日の混獲率は4~61%の間で変動した(図9)。調査期間中のソコイトヨリの混獲率は27%であり、季別では2023年6月~8月(夏季)が33%、2023年9月~11月(秋季)が28%、2023年12月~2024年2月(冬季)が19%、2024年3月~4月(春季)が18%、2024年7月~8月(夏季)が27%となり、夏季から秋季にかけて混獲率が高くなる傾向がみられた。

トロール調査 調査を行った7地点のうち、水深130m前後のA1・A2(底水温11.2~12.2°C)とB1・B2(底水温9.1~9.4°C)、水深120m台のC1(底水温17.8°C)では両種とも採集されなかった。一方、C2(水深120m台、底水温17.8°C)は水深、水温ともにC1に近い状況であったが、イトヨリダイのみが採集され、D1(水深110m台、底水温21.2°C)ではイトヨリダイとソコイトヨリが混獲された。C2で

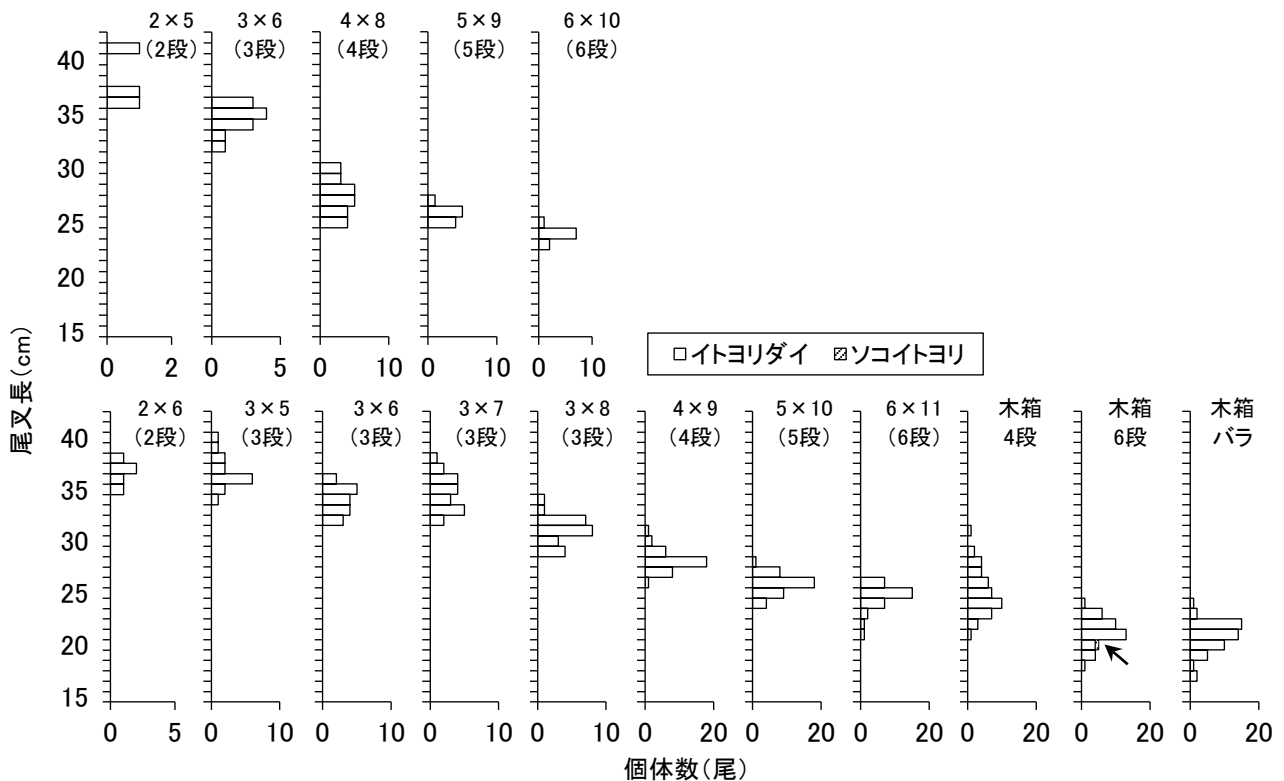


図7. 浜田市場に沖底で水揚げされたイトヨリダイとソコイトヨリの銘柄別体長組成(上段:2022年11月17日の沖底H, 下段:2022年11月18日の沖底F) ソコイトヨリの混在が確認されたのは下段の「木箱6段」だけであり、図中の矢印で示した。

表 3. 入合銘柄における魚種組成と販売データ上の魚種名

市場	調査日	調査対象	銘柄	イトヨリダイ	ソコイトヨリ	マトウダイ	ウツカリカサゴ	ホウボウ	アオハタ	アカアマダイ	カワイ	マダアイ	チダイ	キダイ	ニベ科	販売データ上の魚種名		
大田市場	2021年11月5日	釣・延縄 9隻	入合a	9*1	1									15*2		キダイ		
			入合b	1				2	3	1							アカアマダイ	
			入合c	9	1													イトヨリダイ
			入合d	10	3					1						9		イトヨリダイ
			入合e	8		3				1						2		イトヨリダイ
	入合f	7							4						3		イトヨリダイ	
	入合g	9								2					5		アカアマダイ	
	入合h	8	1	1											4		イトヨリダイ	
	入合i	6	3							2					4		アカアマダイ	
	入合j		3						2				2	16			アオハタ	
大田市場	2022年11月29日	釣・延縄 7隻	入合k	4	2				2				5	4			キダイ	
			入合l	2	1				2	2					3			ハタ科
			入合m	15				7										
大田市場	2023年2月24日	小底E	入合n	25									9				イトヨリダイ	
浜田市場	2021年11月10日	沖底F	入合o	8		6	21	4							1		ホウボウ	
	2021年11月19日	沖底G	入合p	22				10									ホウボウ	
	2021年12月1日	沖底F	入合q	13				7							14		イトヨリダイ	
	2021年12月1日	沖底F	入合r	22				18									ホウボウ	

*1 表中の数字は各魚種の入数

*2 背景の着色は銘柄ごとに最も入数が多いものを指す

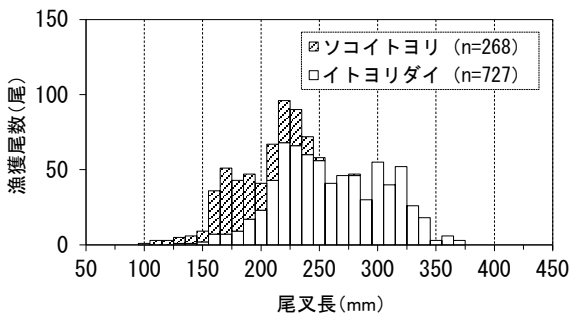


図 8. 標本船による釣獲調査で漁獲されたイトヨリダイとソコイトヨリの体長組成

採集されたイトヨリダイは3尾（尾叉長 15 cm 台 1尾, 17 cm 台 2尾）であった。D1で採捕されたイトヨリダイは45尾（尾叉長 13.0~33.5 cm）、ソコイトヨリは3尾（尾叉長 15.5~22.5 cm）であり（図 10）、ソコイトヨリの混獲率は6.3%であった。

考察

大田市場（釣り・延縄、小底）での混じり イトヨリダイ類中のソコイトヨリの混じりの実態に関し

て、大田市場の漁協職員への聞き取りによると、大田市場ではソコイトヨリはイトヨリダイより安価なため、漁業者は両者を分けて出荷するとのことであった（2022年11月29日聞き取り）。

釣り・延縄では、市場調査を行った11月（秋季）はソコイトヨリの混獲割合が高くなる時季であるが（図 9）、ソコイトヨリは入合銘柄に入れられており、イトヨリダイとの混同は確認されなかった（表 1）。

小底ではソコイトヨリだけの銘柄が確認された船があったが、この船のイトヨリダイのバラ銘柄にソコイトヨリ1尾が混じっていることも確認された。両種の外見は類似するため、誤って混同してしまうケースはあると考えられるが、調査を実施した小底5隻中の1隻だけであり、混在割合も0.39%と非常に低いことからイトヨリダイの漁獲量把握に影響を与える程度ではないと考えられる。大田市場に水揚げする石見地区東部の小底では過去（2009~2013年）にソコイトヨリを多く水揚げしていた（図 5）。ソコイトヨリは主に水深45~90mに生息するとされ、⁶⁾本調査（トロール調査、釣獲調査）でも水深120~130m台では採集されず、水深110m台（混獲割合

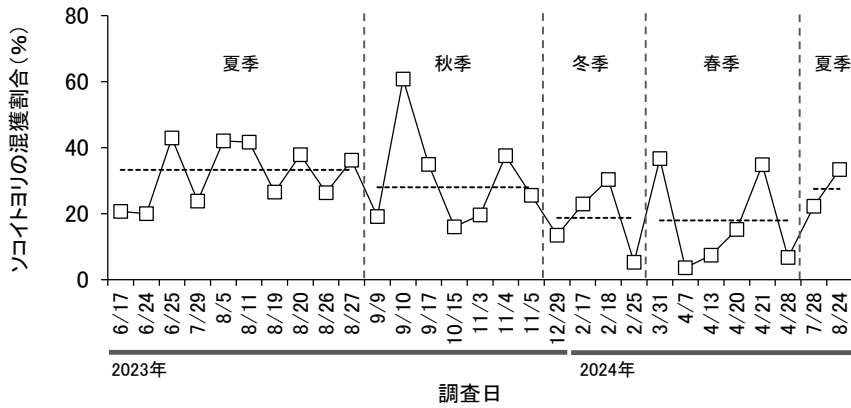


図9. 標本船による釣獲調査で漁獲されたソコイトヨリの混獲割合の推移
 図中の破線は季別の混獲割合を示す。

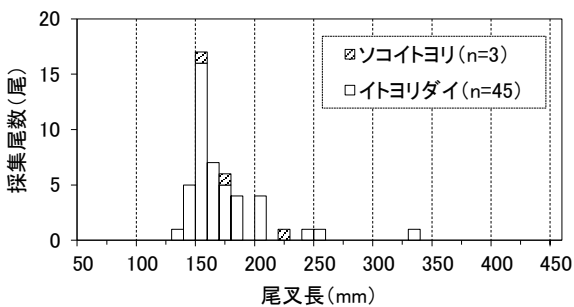


図10. トロール調査で採集されたイトヨリダイとソコイトヨリの体長組成

6.3%) よりも水深 60~90 m (混獲割合 27%) のより浅い灘側で混獲割合が高い結果が得られている。石見地区東部の小底では、近年漁獲対象種が変化している。例えば、水深 100 m 前後よりも浅場で漁獲されるメイタガレイ *Pleuronichthys cornutus*⁷⁾ の漁獲量は減少傾向である。⁸⁾ 一方で、水深 150 m 以深に生息するアカガレイ *Hippoglossoides dubius*⁹⁾ の漁獲量は増加傾向にあり、¹⁰⁾ 小底はより沖側の漁場を利用するようになり、灘側の漁場での操業頻度が減少してきたと推察される。また、一般的に灘から沖合にかけて水深は深く、底層水温は低くなる傾向があるが、水深-底層水温の対応関係は一律ではなく、同じ漁場でも水塊の分布状況により、短期的あるいは長期的なスケールで底層水温は変動する。小底では漁場の変化に加えて、底層水温の変動によりソコイトヨリの漁獲量が減少した可能性があり、混同の発生頻度が低くなっている状況に繋がっていると考えられる。この点については今後の詳細な検討が必要である。

浜田市場（沖底）での混じり 浜田市場では沖底のイトヨリダイ類にソコイトヨリの混じりが確認され、両種を混同していることが示唆される。6ヶ統

中の2ヶ統で混在割合は 0.92% あるいは 0.05% と非常に低いことに加え、トロール調査の結果から沖底が主漁場とする水深 120~130 m 台ではソコイトヨリの漁獲はなかったことから、イトヨリダイの漁獲量把握に影響を与える程度ではないと考えられる。ただし、1960 年代以降の山口県日本海域でソコイトヨリが見られるようになったのは 1990 年代以降との報告¹¹⁾ があり、その出現・漁獲には海洋環境の変化との関連が推察される。今後の海洋環境の変化によっては生息状況が変化し、沖底漁場でもソコイトヨリの混じりが増える可能性は否定できないため、市場での混じりの状況を定期的に確認することが望ましい。

今回の市場調査の結果からソコイトヨリの出荷サイズは 23 cm 台までであった。一般にソコイトヨリは 25 cm 前後以下のものが多い。¹²⁾ 釣獲調査から得られた結果 (図 8) も同様で、最大 28 cm 台であった。したがって、市場調査でソコイトヨリの混じりを確認するには 28 cm 台以下の銘柄に注視すれば十分であり、沖底であれば立銘柄の 4 段以下とバラ銘柄がそれに該当する。

両市場に共通して、入合銘柄で販売データ上の魚種がイトヨリダイとなっている場合、その入数が一箱分に不足する場合でも一箱分の漁獲量としてカウントされてしまう。一方でその逆の場合もあり、結果としてイトヨリダイの漁獲量が過大となるか過小となるか、その程度については不明である。また、この問題はイトヨリダイに限ったことでもない。現状ではこの問題への対応は難しいため、漁獲量はこのことを内包した数値であることを認識しておく必要がある。

今後の課題 以上のように、2021~2023 年の調査時における市場でのイトヨリダイ類中のソコイトヨ

りの混じりは、イトヨリダイの漁獲量把握に影響を与える程度ではないが、今後の漁船の操業場所の変化や海洋環境の変化によってはソコイトヨリの漁獲量が増え、混同の頻度も増える可能性がある。今後の資源評価において、コホート解析により資源量推定を行う段階になる可能性もあり、漁獲されたイトヨリダイ類中のソコイトヨリの混じりの状況は定期的に調べることが望ましい。

謝辞

漁業協同組合 JF しまね浜田支所所属の沖合底びき網漁業者および職員の皆様、漁業協同組合 JF しまね大田支所所属の釣り・延縄漁業者、小型底びき網漁業者および職員の皆様には、市場調査の実施にあたりご理解とご協力をいただいた。島根県水産技術センターの松本圭祐 航海士には、浜田市場での市場調査を手伝っていただいた。島根丸の坂根孝幸 船長をはじめとする乗組員の皆様の協力なくしてはトロール調査を実施することができなかった。本調査の一部は令和3年度および令和4年度水産資源調査・評価推進委託事業により実施した。ここに記して感謝の意を表します。

文献

- 1) 村山達朗, 若林英人, 安木 茂, 沖野 晃, 伊藤 薫, 林 博文: 漁獲管理情報処理システムの開発, 島根県水産試験場研究報告, **12**, 67–78 (2005).
- 2) 向井哲也, 村山達朗, 林 博文, 向井雅俊: 漁獲管理情報処理システムの改良, 島根県水産技術センター研究報告, **3**, 85–90 (2011).
- 3) 国土地理院: 行政区域データ, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-2024.html>, 2024年8月15日.
- 4) 日本海洋データセンター: 500 m メッシュ水深データ, https://www.jodc.go.jp/vpage/depth500_file_j.html, 2024年8月15日.
- 5) 藍澤正宏, 土居内龍: イトヨリダイ科, 「日本海産魚類検索 全種の同定 第三版II」(中坊徹次編), 東海大学出版会, 秦野, 2013, pp. 946–954.
- 6) B. C. Russell: FAO species catalogue. Nemipterid Fishes of the World. (Threadfin breams, Whiptail breams, Monocle breams, Dwarf monocle breams, and Coral breams). Family Nemipteridae. An

Annotated and Illustrated Catalogue of Nemipterid Species Known to Date., FAO Fisheries Synopsis, No.125, Vol.12, FAO, Rome, 1990, 149 pp., VIII plates.

- 7) 山田梅芳, 時村宗春, 堀川博史, 中坊徹次: メイタガレイ (ホンメイタ), 「東シナ海・黄海の魚類誌」, 東海大学出版会, 秦野, 2007, pp. 1033–1041.
- 8) 島根県水産技術センター: 令和5年漁期前半(8月~12月)の底びき網漁業の動向, トビウオ通信, R6年第1号, https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/umi_sakana/tobiuo/index.data/2024no1.pdf, 2024年9月19日
- 9) 白川北斗・内藤大河・八木佑太・吉川 茜・佐久間啓・藤原邦浩: 令和5(2023)年度アカガレイ日本海系群の資源評価, 我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 2024, 52 pp., https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2024/03/details_2023_68.pdf
- 10) 島根県水産技術センター: 令和5年漁期の底びき網漁業の動向, トビウオ通信, R6年第4号, https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/umi_sakana/tobiuo/index.data/2024no4.pdf, 2024年9月19日
- 11) 河野光久, 土井啓行, 堀 成夫: 山口県日本海産魚類目録, 山口県水産研究センター研究報告, **9**, 29–64 (2011).
- 12) 山田梅芳, 時村宗春, 堀川博史, 中坊徹次: ソコイトヨリ, 「東シナ海・黄海の魚類誌」, 東海大学出版会, 秦野, 2007, pp. 733–735.

資料

ケンサキイカ立縄釣 (タル流し釣) 漁業の操業方法について 島根県と福岡県の比較調査

寺戸稔貴^{1a}・川瀬翔馬^{2b}・堀内正志^{3b}

Comparative survey on the operating method of drift fishing the sword tip squid
in Shimane and Fukuoka prefectures

Toshiki TERADO, Shoma KAWASE and Masashi HORIUCHI

キーワード: 沿岸自営漁業, ケンサキイカ, 効率的漁法, 試験操業, 島根県, 立縄釣漁業, タル流し釣漁業, 福岡県

島根県では沿岸漁業集落の維持に向け、効率的漁法や新たな操業モデルの導入による沿岸自営漁業者の所得向上対策に取り組んでいる。^{1, 2)} この施策の中で、島根県水産技術センターはケンサキイカ立縄釣漁業を効率的漁法の候補として検討を進めた。2021~2022 年には漁業試験船やそしま (9.1 トン, 以下やそしま) による試験操業を行った。³⁻⁷⁾ ケンサキイカ立縄釣漁業はタル流し釣漁業とも呼ばれ、昼間に漁具を漂流させケンサキイカを漁獲する漁法である。本漁法は福岡県, 佐賀県, 長崎県ならびに山口県で導入され, 福岡県筑前海区の漁業者は主に本漁法によってケンサキイカ *Uroteuthis edulis* を漁獲している。⁸⁻¹⁰⁾

一方, 島根県の沿岸自営漁業者は主にか釣漁業によってケンサキイカを漁獲する。いか釣漁業は通常夜間に操業するため集魚灯や発電機といった設備投資が必要であり,^{3, 11, 12)} それに対して立縄釣漁業はこれら設備が不要である。やそしまによる試験操業の結果では立縄釣漁業はいか釣漁業に比べ初期設備投資額が 2 割程度, 燃油使用量が 6 割程度と試算され, 操業の低コスト化が期待された。⁶⁾

2022 年からは県内における立縄釣漁業の採算性を検討するため島根県水産技術センターが作製した漁具を沿岸自営漁業者へ貸与し, 沿岸自営漁業者自

らによる試験操業を開始した。^{6, 12, 13)} さらに, 沿岸自営漁業者は操業の効率化に向けて道糸の素材ならびに疑似餌同士の間隔を変更し, 漁具の改良も実施した。しかし, 2022~2023 年における 1 操業当たりの利益は-0.9~1.6 万円と採算性が低く,¹²⁾ ケンサキイカを効率的に漁獲できなかったため操業方法を見直すことになった。

そこで, 本研究では島根県における立縄釣漁業の漁獲効率向上を目的に操業方法について島根県と立縄釣漁業の先進地である福岡県の比較調査を行うことで島根県の課題を整理し, 改善方法を提案した。

方法

2022 年 6 月 10 日に島根県仁摩地区 (図 1), 2023 年 5 月 22 日に福岡県宗像地区 (図 2) にて立縄釣漁業の操業船に乗船した。島根県仁摩地区における操業船の規模は 4.0 トン, 漁場は人工魚礁付近に天然礁が点在している砂泥域だった。福岡県宗像地区での操業船の規模は 4.8 トン, 漁場は天然礁付近の砂泥域であった。

乗船時には漁具の構成, 操業方法のうち漁具の投入, 回収および再投入, 撤収の内容を調査した。また, 漁具 1 個当たりの投入開始から終了, 回収開始

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

² 島根県西部農林水産振興センター Shimane Prefectural Western Agriculture, Forestry and Fisheries Promotion Center

³ 島根県東部農林水産振興センター Shimane Prefectural Eastern Agriculture, Forestry and Fisheries Promotion Center

^a 現所属: 内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

^b 現所属: 島根県隠岐支庁農林水産局 Shimane Prefectural Oki Branch Agriculture, Forestry and Fisheries Office

から再投入終了，撤収開始から終了までに要した時間，漂流時間を計測し，各時間の平均値±標準偏差を算出した．なお，本調査では両県において回収および再投入，撤収の作業内容が異なっていたため漁具1個当たりの漂流時間を各作業で別々にまとめて

比較した．他の調査項目は操業時間，漁場の水深，漁具の使用個数，漁具の延べ投入回数，ケンサキイカの漁獲尾数とした．さらに，ケンサキイカの漁獲尾数を漁具の延べ投入回数で除し，1投入当たりの漁獲尾数（以下，CPUE）を算出した．

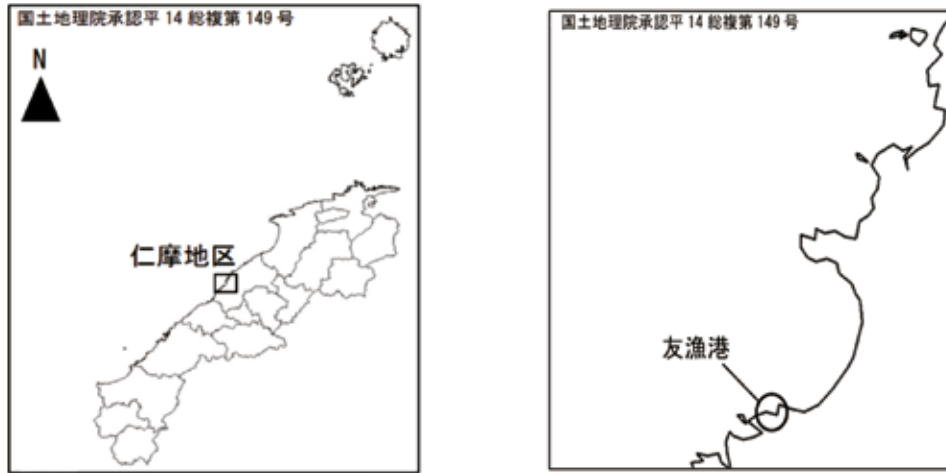


図1. 島根県仁摩地区の友漁港（左は島根県の全体，右は仁摩地区周辺の拡大図）

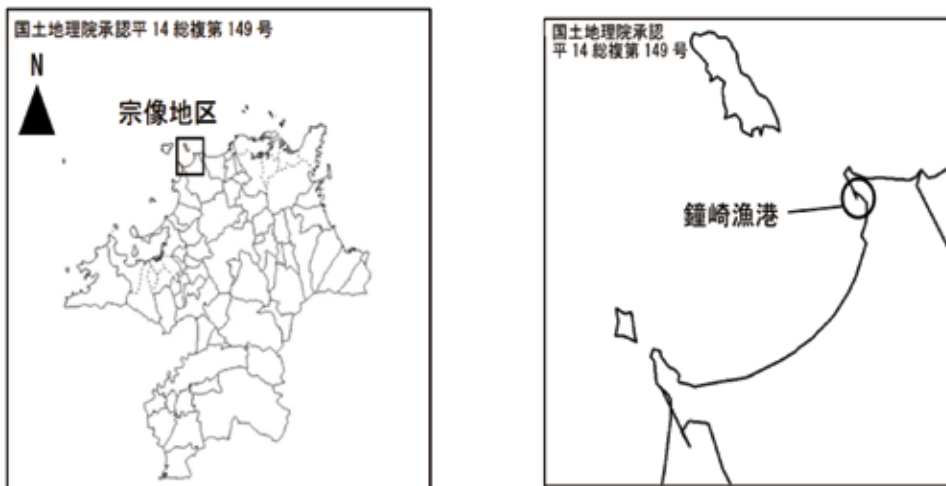


図2. 福岡県宗像地区の鐘崎漁港（左は福岡県の全体図，右は宗像地区周辺の拡大図）

結果と考察

島根県

(1) **漁具の構成** 漁具は発泡スチロール製の浮標，120 m の道糸，疑似餌および錘から構成されていた（図3）．浮標にはフックならびに目印用に3 kg の錘付き竹製旗（図4），浮標側の道糸にはパラゴン糸20号，錘側の道糸にはサルカンが固定され（図3），操業前には道糸に浮標および錘を接続していなかった．漁具を収納するカゴは大小2個1組となっており（以下，大きいカゴをA，小さいカゴをB），カゴAの内側上部に固定されたスポンジには疑似餌

ならびにサルカンが掛けられていた（図5）．カゴAの内側には疑似餌に繋がる道糸が収納され，各道糸の間には糸絡み防止用の段ボールが挟まれていた（図6）．カゴBの内側には道糸の大部分が巻かれた仕掛け巻きが収納され，仕掛け巻きには紐が固定されていた（図7）．また，本調査における漁具の使用個数は7個であった．

(2) **漁具の投入** 4時34分に出港後，5時12分に漁場に到着し，5時13分から次の1) から5) の手順により漁具を投入した（図8）．漁場に到着したら，1) 漁船をアイドリング状態に設定．2) 錘と道糸のサルカンを接続後，海中に落とし，漁具の投入

開始. 3) 錘が着底後、道糸を仕掛け巻きに 3.0 m 巻き取った. 4) 仕掛け巻きの紐と浮標のフックを接続後、浮標を投入し、漁具の投入終了. 5) リモコンハンドルにより操船し、沖合から沿岸に向かって 100 m 移動後、道糸の上にある段ボールを取り除き、1) の手順に戻り、次の漁具を投入した. これらの手順を残りの漁具についても繰り返し、漁具が一直線に並ぶように投入作業を行った. 漁具 1 個当たりの投入開始から終了までに要した時間は 2 分 53 秒 ± 1 分 20 秒 ($n=6$) であった (表 1).

(3) 漁具の回収および再投入 次の 1) から 8) の手順によって漁具の回収および再投入を行った (図 9). 1) リモコンハンドルにより操船し、図 9 (以下、丸内の数字は図 9 における漁具の番号) の最初に投入した①の漁具まで移動. 2) 旗を掴み浮標を回収し、漁具の回収開始. 3) 漁船をアイドリング状態に設定. 4) ラインホーラーにより道糸を巻き揚げた. 5) 疑似餌に掛かったケンサキイカを外し、船上に取り込んだ. 6) 再び錘および道糸を海中に落とした. 7) 錘が着底後、道糸を仕掛け巻きに 3.0 m 巻き取り、浮標を再投入し、漁具の再投入終了. 8) リモコンハンドルにより操船し、②の漁具に移動後、2) から 7) の作業を行った. 残りの③から⑥の漁具についても順番に同様の手順で作業を行い、最後に回収した⑥の漁具を再投入後、再び①の漁具に戻り、漁具の回収および再投入を繰り返した. なお、本調査では 32 回目の回収および再投入が終わった後に (1) と同様の手順により漁具を追加で投入した. 漁具 1 個当たりの回収開始から再投入終了までに要した時間は 5 分 57 秒 ± 1 分 34 秒 ($n=51$) であった (表 1). また、漁具 1 個当たりの投入開始から回収開始までの漂流時間は 40 分 18 秒 ± 6 分 21 秒 ($n=51$) であった (表 2).

(4) 漁具の撤収 漁具の回収および再投入を繰り返した後、操業を終了する際には次の 1) から 10) の手順により最初に投入した漁具から撤収を行った (図 10). 1) 旗を掴み浮標を回収し、漁具の撤収開始. 2) 漁船をアイドリング状態に設定. 3) 浮標を外し、ラインホーラーにより道糸を巻き揚げた. 4) 巻き揚げた道糸を可能な限り仕掛け巻きに巻いた. 5) 疑似餌に掛かったケンサキイカを外し、船上に取り込んだ. 6) 錘を外し、カゴ A の内側上部に固定されたスポンジに浮標側から錘側までの疑似餌、サルカンを順番に引っ掛けた. 7) カゴ A の内部に仕掛け巻きに巻けなかった道糸を収納. 8) 道糸の上に糸絡み防止用の段ボールを 1 枚置いた. 9) カゴ B の

内部には道糸が巻かれた仕掛け巻きを収納し、漁具の撤収終了. 10) リモコンハンドルにより操船し、次の漁具に移動した後、1) から 9) の作業を行った. 残りの漁具についても順番に同様の手順で撤収、漁具 1 個当たりの撤収開始から終了までに要した時間は 6 分 36 秒 ± 2 分 55 秒 ($n=7$) であった (表 1). また、漁具 1 個当たりの再投入開始から撤収開始までの漂流時間は 45 分 54 秒 ± 3 分 48 秒 ($n=7$) だった (表 2). なお、2 個目の漁具を撤収していた時に 3) の手順の際に道糸が切れた.

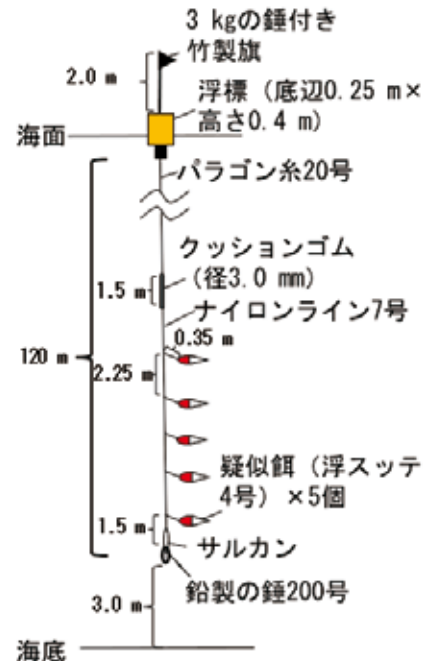


図 3. 島根県における漁具の構成例 (概略図)

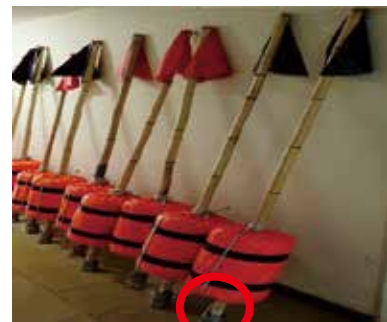
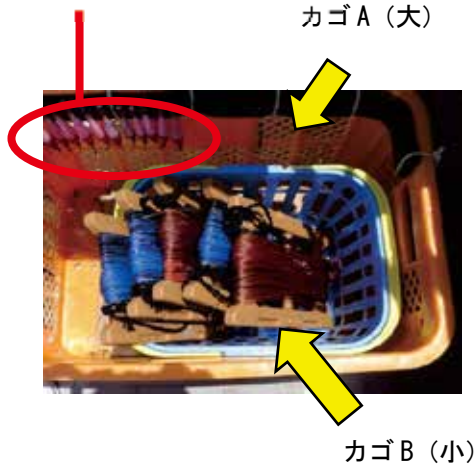


図 4. 島根県の浮標 (上: 全体像, 下: フック)

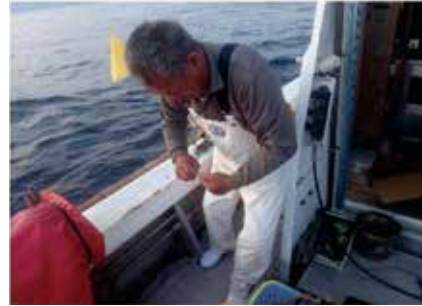
(5) 操業結果 操業時間は5時13分に開始, 12時18分に終了し, 計7時間5分であった. 漁場の水深は95~98 m, 漁具の延べ投入回数は58回, ケンサキイカの漁獲尾数は25尾, CPUEは0.4尾/回であった(表3).

疑似餌ならびにサルカン



カゴA(大)
カゴB(小)

図5. 島根県の漁具を収納するカゴ
カゴA(大): 疑似餌および道糸を収納
カゴB(小): 仕掛け巻きを収納



- 1) 漁船をアイドリング状態に設定
- 2) 錘と道糸のサルカンを接続後, 海中に投入



- 3) 錘が着底後, 道糸を仕掛け巻きに3.0 m巻き取った



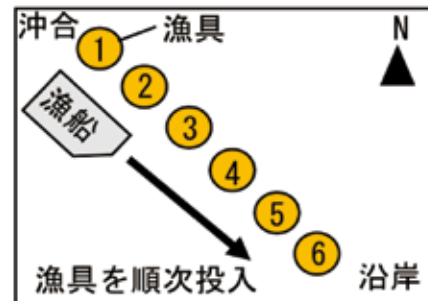
図6. 糸絡み防止用の段ボール



- 4) 仕掛け巻きの紐と浮標のフックを接続し, 浮標を投入

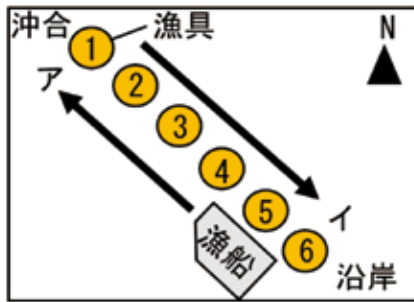


図7. 島根県の仕掛け巻きに固定された紐(赤丸部分)



- 5) 沖合から沿岸へ100 m移動し, 道糸の上にある段ボールを取り除き, 1)の手順に戻り, 次の漁具を投入

図8. 島根県における漁具の投入



- 1) 漁具の回収および再投入の動線
 ア：最初に投入した①の漁具に移動
 イ：投入した順番に漁具を回収および再投入し、アに戻る



- 5) 疑似餌に掛かったケンサキイカを外し、船上に取り込んだ



- 2) 旗を掴み浮標を回収



- 6) 再び錘および道糸を海中に落とした
 7, 8) 錘が着底後、道糸を3.0 m巻き取り、浮標を再投入し、次の漁具に移動



- 3) 漁船をアイドリング状態に設定
 4) ラインホーラーにより道糸を巻き揚げた

図9. 島根県における漁具の回収および再投入



1) 旗を掴み浮標を回収



6) 錘を外し、カゴAの内側上部に固定されたスポンジに疑似餌ならびにサルカンを引っ掛けた



2) 漁船をアイドリング状態に設定
3) 浮標を外し、ラインホーラーにより道糸を巻き揚げた



7) カゴAの内側に仕掛け巻きに巻きなかった道糸を収納
8) 道糸の上に糸絡み防止用の段ボールを1枚置いた



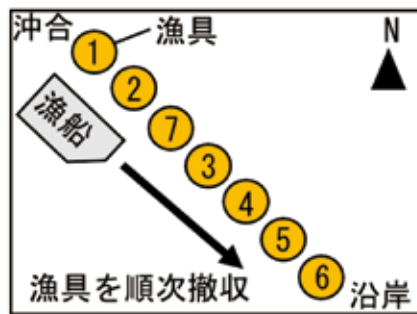
4) 巻き揚げた道糸を可能な限り仕掛け巻きに巻いた



9) カゴBの内部には仕掛け巻きを収納



5) 疑似餌に掛かったケンサキイカを外し、船上に取り込んだ



10) 次の漁具に移動

図 10. 島根県における漁具の撤収

福岡県

(1) **漁具の構成** 漁具は発泡スチロール製の浮標、120 m の道糸、疑似餌および錘から構成されていた（図 11）。なお、浮標にはフック（図 12）、錘側の道糸にはサルカンが固定され（図 11）、操業前には道糸に浮標および錘を接続していなかった。また、浮標側の道糸には太いパラゴン糸 45 号が使用され、5.0 m 間隔で色を変更していた。漁具を収納するカゴは大小 2 個 1 組で使用され（以下、大きいカゴを C、小さいカゴを D）、カゴ C の内側上部に固定されたスポンジには疑似餌ならびにサルカンが掛けられていた。カゴ C の中には操業予定の漁場の水深より 1.5 m 短い長さに解いた道糸を収納し、各道糸の間には糸絡み防止用の樹脂製のシートが挟まれていた（図 13）。また、カゴ D には残りの道糸が巻かれた仕掛け巻き 10 個が収納され、仕掛け巻きには紐が固定されていた（図 14）。これらのカゴ C および D を合わせて 1 セットとし（図 13）、操業時には 2 セット準備し、漁具を計 20 個用意していた。しかし、本調査では解いた道糸の絡まった漁具が 1 個あったため漁具の使用個数を 19 個とした。

(2) **漁具の投入** 2 時 10 分に出港後、3 時 35 分に漁場に到着し、場所取りのため 4 時 42 分まで待機後、次の 1) から 5) の手順により漁具を投入した（図 15）。漁場に到着したら、1) レーダーを見ながらリモコンハンドルにより操船し、風上から風下に向け 5.0 ノットで航行。2) 航行しながら錘と道糸のサルカンを接続後、海中に落とし、漁具の投入開始。3) 錘が海中に落ちている間、魚群探知機に表示されている水深を確認し、当初想定していた漁場の水深と差があった場合は道糸の長さが水深より 1.5 m 短くなるように調整。4) 仕掛け巻きの紐と浮標のフックを接続後、浮標を投入し、漁具の投入終了。5) 80 m 移動後、カゴ D 内の樹脂製のシートを取り除き、1) の手順に戻り、次の漁具を投入した。これらの手順を残りの漁具についても繰り返し、漁具が一直線に並ぶように投入作業を行った。漁具 1 個当たりの投入開始から終了までに要した時間は 41 秒±18 秒 ($n=19$) であった（表 1）。

(3) **漁具の回収および再投入** 次の 1) から 10) の手順により漁具の回収および再投入を行った（図 16）。1) リモコンハンドルにより操船し、図 16（以下、丸内の数字は図 16 における漁具の番号）の最初に投入した①の漁具まで移動。2) ハッカーを用いて浮標を回収し、漁具の回収開始。3) 漁船をアイドリング状態に設定。4) ラインホーラーにより道糸を巻

き揚げた。5) 魚群探知機に表示されている水深を確認し、道糸の長さが水深より 1.5 m 短くなるよう調整。6) 疑似餌に掛かったケンサキイカを外し、船上に取り込んだ。7) 糸絡み防止のため疑似餌をステンレス製の板に置いた。8) 破損した疑似餌があれば新品に交換。9) 5.0 ノットで航行しながら錘、道糸、浮標の順に再投入し、漁具の再投入終了。10) リモコンハンドルにより操船し、②の漁具に移動後、2) から 9) の作業を行った。残りの③から⑯の漁具についても順番に同様の手順で作業を行い、最後に回収した⑯の漁具を再投入後、再び①の漁具に戻り、漁具の回収および再投入を繰り返した。漁具 1 個当たりの回収開始から再投入終了までに要した時間は 2 分 49 秒±52 秒 ($n=79$) であった（表 1）。また、漁具 1 個当たりの投入開始から回収開始までの漂流時間は 1 時間 10 分 30 秒±12 分 9 秒 ($n=79$) であった（表 2）。

なお、初回のみ一直線の並びから外れた漁具まで移動し、漁具の回収を行い、初回に全ての漁具が一直線に並んでいた場合は最初に投入した漁具まで移動する。一直線の並びから外れた漁具についてはケンサキイカが疑似餌に掛かっていた場合でもハッカーを用いて 5.0 ノットで航行して元の位置に移動させ一直線に並べ直した。本調査において一直線の並びから外れた漁具は⑤⑪⑫であり、19 個中 3 個であった。

(4) **漁具の撤収** 漁具の回収および再投入を繰り返した後、操業を終了する際には次の 1) から 9) の手順により最初に投入した漁具から撤収を行った（図 17）。1) ハッカーを用いて浮標を回収し、漁具の撤収開始。2) 漁船をアイドリング状態に設定。3) 浮標を外し、ラインホーラーにより道糸を巻き揚げ、カゴ C の内部に収納。4) 疑似餌に掛かったケンサキイカを外し、船上に取り込んだ。5) 糸絡み防止のため疑似餌をステンレス製の板に置いた。6) 錘を外し、カゴ C の内側上部に固定されたスポンジに浮標側から錘側までの疑似餌、サルカンを順番に引っ掛けた。7) 破損した疑似餌があれば新品に交換。8) 道糸の上に糸絡み防止用の樹脂製のシートを 1 枚置いた。9) カゴ D の内部には残りの道糸が巻かれた仕掛け巻子を収納し、漁具の撤収終了。10) リモコンハンドルにより操船し、次の漁具に移動後、1) から 9) の作業を行った。残りの漁具についても順番に同様の手順で撤収し、漁具 1 個当たりの撤収開始から終了までに要した時間は 3 分 55 秒±1 分 20 秒 ($n=19$) であった（表 1）。また、漁具 1 個当たりの

再投入開始から撤収開始までの漂流時間は1時間28分28秒±5分31秒 ($n=19$)であった(表2).

(5) 操業結果 操業時間は4時43分に開始, 11時48分に終了し, 計7時間5分であった. 漁場の水深は76~83 m, 漁具の延べ投入回数は98回, ケン

サキイカの漁獲尾数は82尾, CPUEは0.8尾/回であった(表3).

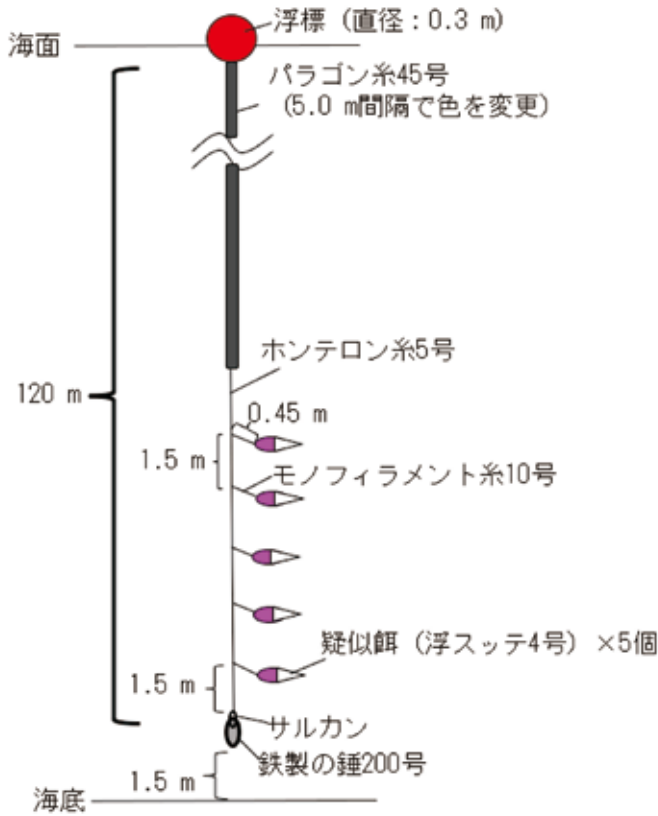


図 11. 福岡県における漁具の構成例 (概略図)

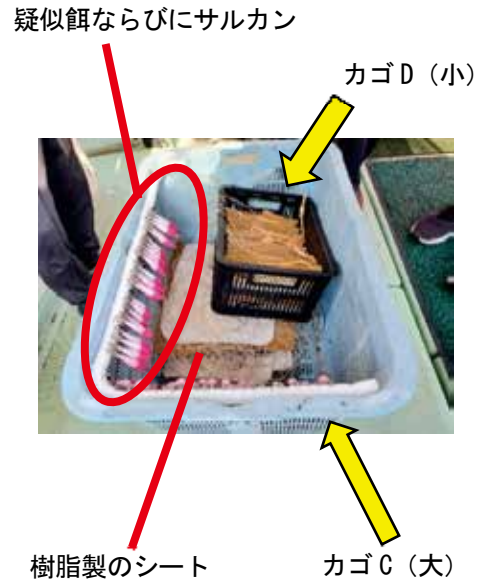


図 13. 福岡県の漁具を収納するカゴ
カゴC: 疑似餌および操業予定の漁場の水深より1.5 m短い長さの道糸を収納
カゴD: 仕掛け巻きを収納



図 12. 福岡県の浮標 (赤丸部分はフック)



図 14. 福岡県の仕掛け巻きに固定された紐 (赤丸部分)



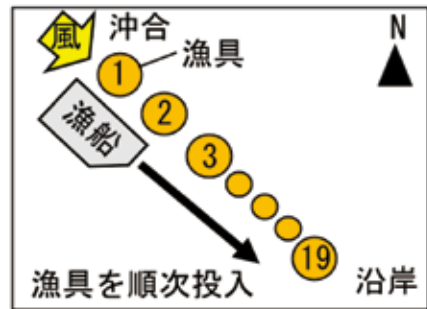
- 1) 風上から風下に向け5.0ノットで航行
- 2) 錘と道系のサルカンを接続後、海中に投入



- 4) 仕掛け巻きの紐と浮標のフックを接続後、浮標を投入

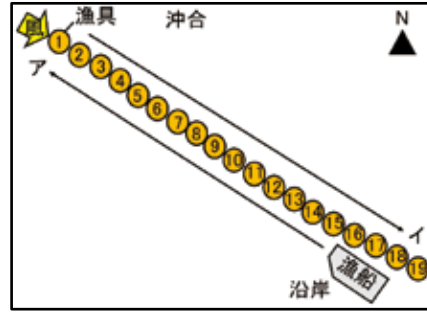
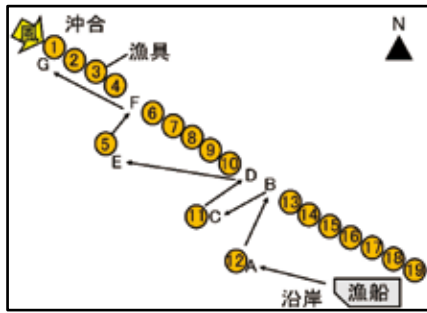


- 3) 魚群探知機に表示されている水深を確認後、道系の長さが水深より1.5 m短くなるように調整



- 5) 80 m 移動し、道系の上にある樹脂製のシートを取り除き、1) の手順に戻り、次の漁具を投入

図 15. 福岡県における漁具の投入



1) 漁具の回収および再投入における動線（左：初回のみ，右：2 回次以降）

- A：12 番目に投入した⑫の漁具を回収
- B：漁具の配置が一直線になるよう再投入
- C：11 番目に投入した⑪の漁具を回収
- D：漁具の配置が一直線になるよう再投入
- E：5 番目に投入した⑤の漁具を回収
- F：漁具の配置が一直線になるよう再投入
- G：最初に投入した漁具を回収および再投入

- ア：最初に投入した①の漁具に移動
- イ：投入した順番に漁具を回収および再投入し，アに戻る

※初回到に漁具が一直線に並んでいた場合は右図の動線で作業を行う。



2) ハッカーを用いて浮標を回収



- 6) ケンサキイカを船上に取り込んだ
- 7) 疑似餌をステンレス製の板に置いた



- 3) 漁船をアイドリング状態に設定
- 4) ラインホーラーにより道糸を巻き揚げた
- 5) 道糸の長さが水深より 1.5 m 短くなるよう調整



8) 破損した疑似餌があれば新品に交換



- 9, 10) 航行しながら錘，道糸，浮標の順に再投入し，次の漁具に移動

図 16. 福岡県における漁具の回収および再投入



1) ハッカーを用いて浮標を回収



7) 破損した疑似餌があれば新品に交換



2) 漁船をアイドリング状態に設定
3) 浮標を外し、ラインホーラーにより道糸を巻き揚げ、カゴCの内部に収納



8) 道糸の上に糸絡み防止用の樹脂製のシートを1枚置いた



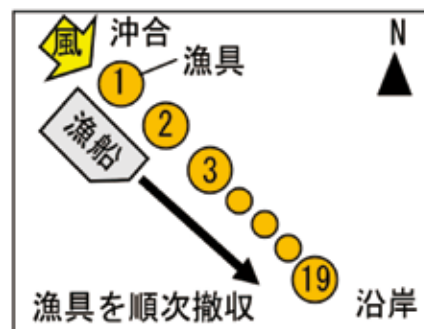
4) ケンサキイカを船上に取り込んだ
5) 疑似餌をステンレス製の板に置いた



9) カゴDの内部には仕掛け巻きを収納



6) 錘を外し、カゴCの内側上部に固定されたスポンジに疑似餌ならびにサルカンを引っ掛けた



10) 次の漁具に移動

図 17. 福岡県における漁具の撤収

表 1. 漁具 1 個当たりの各作業に要した時間 (平均値±標準偏差)

調査項目	島根県	福岡県
漁具の投入開始から終了	2分53秒±1分20秒 (n=6)	41秒±18秒 (n=19)
漁具の回収開始から再投入終了	5分57秒±1分34秒 (n=51)	2分49秒±52秒 (n=79)
漁具の撤収開始から終了	6分36秒±2分55秒 (n=7)	3分55秒±1分20秒 (n=19)

表 2. 漁具 1 個当たりの漂流時間 (平均値±標準偏差)

調査項目	島根県	福岡県
投入開始から回収開始	40分18秒±6分21秒 (n=51)	1時間10分30秒±12分9秒 (n=79)
再投入開始から撤収開始	45分54秒±3分48秒 (n=7)	1時間28分28秒±5分31秒 (n=19)

表 3. 操業結果

県名	操業時間	漁場の水深 (m)	漁具の使用個数 (個)	漁具の延べ投入回数 (回)	ケンサキイカの漁獲尾数 (尾)	1投入当たりの漁獲尾数 (尾/回)
島根県	5:13~12:18 (7:05)	95~98	7	58	25	0.4
福岡県	4:43~11:48 (7:05)	76~83	19	98	82	0.8

島根県と福岡県の比較

(1) 漁具の構成 島根県と福岡県では主に浮標の旗の有無, 浮標側の道糸の素材, 道糸の収納方法に違いがあった。島根県の浮標には 3 kg の錘付き竹製旗が設置されていた一方で, 福岡県の浮標には旗がなかった。福岡県の漁業者が旗を設置しなかった理由は軽い漁具の方が扱いやすいうえ, 漁具の回収時に浮標を持った時にケンサキイカが疑似餌に掛かったか判断しやすいためだった。

次に, 浮標側の道糸の素材は島根県では細いパラゴン糸 20 号, 福岡県では太いパラゴン糸 45 号が使用されていた。島根県で細いパラゴン糸 20 号を使用した理由は過去に立縄釣漁業が行われていた益田市飯浦地区⁷⁾での漁具構成を参考にしたためであった。一方, 福岡県ではラインホーラーによって道糸を巻き上げる際に, 細いパラゴン糸を使うと切れることがあるため太いパラゴン糸 45 号を使用していた。実際に島根県の調査では漁具の撤収時にラインホーラーによって細いパラゴン糸 20 号を巻き揚げた際に切れた時があったが, 福岡県の調査では太いパラゴン糸 45 号が切れることはなかった。道糸の収納方法は島根県では道糸の大部分が仕掛け巻きに巻かれ, 福岡県では操業予定の漁場の水深より 1.5 m

短い長さに道糸を解き, 速やかに漁具を投入できるように準備していた。さらに, パラゴン糸を 5.0 m 間隔で色を変更することで速やかに道糸の長さを調整できるように工夫していた。ただし, 道糸を解くと絡む可能性が高くなり, 福岡県の調査では解いた道糸が絡まった漁具があったため漁具の使用個数を 20 個から 19 個へ減らしていた。また, 常にカゴの中で道糸が解かれた状態であるため浮標側の道糸を手入れしにくいと想定され, 福岡県における漁具の構成で操業する場合は習熟が必要と考えられた。

(2) 操業方法 島根県ではアイドリング状態で漁具の投入ならびに再投入を行い, 錘の着底後に道糸の長さを調整し, 漁具の撤収時には道糸を仕掛け巻きに巻いていた。また, 道糸の長さを調整するために要した時間は約 17 秒, 漁場の水深は 95~98 m であった。一方, 福岡県では 5.0 ノットで航行しながら漁具の投入ならびに再投入を行い, 魚群探知機に表示されている水深を確認しながら道糸の長さを調整していた。なお, 道糸の長さを調整するために要した時間は約 8 秒と島根県より短く, 漁場の水深は 76~83 m と島根県より浅かった。さらに, 漁具の撤収時には道糸を仕掛け巻きに巻く作業を省略することで作業効率の向上, 作業時間の短縮を図っていた。

また、疑似餌に掛かったケンサキイカを外し、船上に取り込む時に糸絡み防止のため疑似餌をステンレス製の板に置いていた。その際に破損した疑似餌があれば新品に交換しており、島根県では行われていない作業行程が確認された。

他には福岡県では風上から風下に向け 80 m 間隔で漁具を投入、漁具の回収および再投入時に初回のみ一直線の並びから外れた漁具まで移動していた。福岡県の漁業者によると、これらの作業を行う理由は操業時間ならびに範囲を揃えるための漁業者間での取り決めであった。

(3) 漁具 1 個当たりの漂流時間 福岡県では漁具の使用個数が 19 個であり、島根県の 7 個より多かった（表 3）。このことから、漁具 1 個当たりの漂流時間が島根県より長くなっており（表 2）、疑似餌がケンサキイカに遭遇する時間も増加すると考えられた。

(4) 漁具 1 投入当たりの漁獲尾数（CPUE）本研究における島根県の CPUE は 0.4 尾/回であり、福岡県の 0.8 尾/回の 5 割だった。なお、島根県においても立縄釣漁業の CPUE が福岡県と同様に 0.8 尾/回以上になる時もある。^{7, 13)} 今後は立縄釣漁業の CPUE に影響する要因である底層水温や有義波高^{7, 10)} も考慮し、島根県の CPUE が高くなる条件について詳細に検討したい。

まとめ 福岡県は島根県よりも漁具の使用個数が多く、さらに漁具 1 個当たりの漂流時間が長いことから、漁獲効率が高いと考えられた。また、島根県における漁具の使用個数は 7 個であり、福岡県の 19 個の 4 割程度であった（表 3）。しかし、島根県の各作業に要した時間は福岡県の約 2 倍以上であり（表 1）、各作業時間が長いことが課題と判明し、改善の余地があると考えられた。福岡県では 20 個程度の漁具を使用するため漁具の軽量化、漁場の水深に応じて道糸の長さを調整していた。さらに、5.0 ノットで航行しながら漁具の投入ならびに再投入、撤収時には道糸を仕掛け巻きに巻く作業を省略し、作業時間の短縮を図っていた。島根県も福岡県と同様の漁具の構成とし、同じ操業方法を実践することで作業性が改善され、作業時間を短縮でき、単位時間当たりの漁具の使用個数ならびに延べ投入回数が増加し、漁獲効率が向上すると期待された。

島根県水産技術センターは県内の沿岸自営漁業者へ上記の方法を提案し、2023 年 7 月から県内の沿岸自営漁業者は福岡県と同様の漁具の構成とし、同じ操業方法を習熟するために立縄釣漁業の試験操業に

取り組んでいる。^{12, 13)} 今後、島根県の沿岸自営漁業者が福岡県の操業方法の実践することでケンサキイカの漁獲尾数が増加することを期待する。なお、福岡県の漁具の構成とした場合は漁具費、5.0 ノットで航行しながら各作業を行うことで燃油使用量が変化することが懸念されるため採算性の検討も必要と考えられた。

謝辞

漁業協同組合 JF しまね大田支所仁摩出張所の伊藤一好 氏、宗像漁業協同組合の魚住信一 氏および桑村勝士 氏には調査に協力頂いた。島根県水産技術センター漁業生産部の沖野 晃 部長および福井克也 海洋資源科長（現：島根県東部農林水産振興センター）、同センター内水面浅海部の内田 浩 部長および清川智之 主席研究員、島根県西部農林水産振興センターの木下 光 主任水産業普及員には本研究内容について議論頂いた。関係者の皆様には感謝の意を表す。

文献

- 1) 島根県農林水産部：島根県農林水産基本計画、島根県、島根、pp. 129–142 (2020).
- 2) 島根県農林水産部：第 2 期島根県農林水産基本計画、島根県、島根、pp. 75–96 (2025).
- 3) 島根県水産技術センター：沿岸自営漁業者の所得向上プロジェクト。島根県水産技術センターだより、16, 6–7 (2021).
- 4) 寺戸稔貴、清川智之、川瀬翔馬、新宅祐児、開内 洋、別所 大：沿岸自営漁業者の所得向上支援プロジェクト。島根県水産技術センター年報令和 3 年度、41 (2022).
- 5) 寺戸稔貴、沖野 晃、細田 昇、開内 洋、清川智之、金元保之、川瀬翔馬、原口展子、新宅祐児、竹谷万理、中山創一朗、別所 大：沿岸自営漁業者の所得向上支援プロジェクト。島根県水産技術センター年報令和 4 年度、35 (2023).
- 6) 島根県水産技術センター：沿岸自営漁業者の所得向上に向けて～ケンサキイカ樽流し釣り漁業の改良試験～。とびつくす、111 (2023).
- 7) 寺戸稔貴：島根県沿岸域におけるケンサキイカ *Uroteuthis edulis* のタル流し釣漁業の導入に向けた基礎的調査。島根水技セ研報、16, 17–20 (2024).

- 8) 片岡千賀之：長崎県におけるイカ釣り漁業の戦後展開．長崎大学水産学部研究報告，**83**,33-58 (2002).
- 9) 河野光久：ケンサキイカ *Photololigo edulis* の資源生態 (総説)．山口県水産研究センター研究報告，**5**,81-98 (2007).
- 10) 長本 篤：たる流し漁業におけるケンサキイカ漁獲特性．福岡水海技セ研報，**31**,29-34 (2021).
- 11) 村山達朗，沖野 晃，石田健次，若林英人，由木雄一：沿岸漁業の複合経営に関する研究- I - 島根県におけるいか釣り漁業とはえ縄漁業の実態調査結果-．島水試研報，**13**,1-10 (2006).
- 12) 島根県水産技術センター：沿岸自営漁業者の所得向上支援プロジェクト．島根県水産技術センターだより，**19**,5-6 (2024).
- 13) 寺戸稔貴，福井克也，沖野 晃，清川智之，木下 光，堀内正志，廣澤 匠，竹谷万理，金元保之，三浦健太郎：沿岸自営漁業者の所得向上支援プロジェクト．島根県水産技術センター年報令和5年度，29 (2024).

資料

2023 年と 2024 年の江の川におけるアユの産卵場造成と産卵状況

井口隆暉¹・寺門弘悦¹・福井克也^{1a}・二本木俊二²

Maintenance of spawning ground and spawning status of ayu *Plecoglossus altivelis altivelis* in the Gonokawa River (2023 – 2024)

Ryuki IGUCHI, Hiroyoshi TERAKADO, Katsuya FUKUI and Syunji NIHONGI

キーワード: アユ, 江の川, 産卵場, 産卵場造成, 八戸川

江の川ではアユ *Plecoglossus altivelis altivelis* の漁獲量が減少したことを受け、2008 年以降、江川漁業協同組合（以下、江川漁協）が主体となり、漁獲制限の強化や産卵場造成による産卵適地（アユの産卵場として適した場所）の拡大など、天然アユ資源を回復させるための取り組みを行ってきた。

これらの取り組みは、種苗放流のみに依存せず、資源回復に必要な親魚量を獲り残すとともに、河川が有する生産力を利用してアユ資源の回復を促すことを目的としている。島根県水産技術センターでは、技術支援の一環として、下流域において事前に産卵場候補地の河床の状態を調べ、産卵適地を把握する調査（産卵場事前調査）やアユの産卵状況を把握する調査（産卵状況調査）などを実施してきた。2023 年、2024 年は両年とも見込まれる親魚量に対して産

卵適地の不足が懸念されたことから、産卵場造成を実施した。本報告ではこれら一連の調査結果および産卵場造成について報告する。

方法

本報告における調査や産卵場造成の一連の流れは、①産卵場造成の必要性を判断するため、アユの産卵期前に産卵場事前調査を行い、②産卵適地が不足していると判断された場合は、産卵場造成を行う。③造成前後の河床状態を比較するため、造成前調査、造成後調査を行う。④アユの産卵状況を把握するため、産卵状況調査を行う、というものである。各調査方法について、以下に詳述する。



図 1. 調査地点図

地点図中の○で囲まれた部分は 2023 年、2024 年の産卵場事前調査および産卵状況調査の調査地点を示す。ただし、2024 年は事前調査を行わず、小原の瀬を除く地点で産卵状況調査のみ行った。



¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

² 江川漁業協同組合 Gogawa Fisheries Cooperative, Kawamoto-machi, Ochi-gun, Shimane, 696-0003, Japan

^a 現所属: 島根県東部農林水産振興センター Shimane Prefectural Eastern Agriculture, Forestry and Fisheries Promotion Center, Matsue, Shimane, 690-0011, Japan

産卵場事前調査 産卵場事前調査（以下、事前調査）は産卵場造成の必要性を判断するため、アユの産卵期前に産卵適地がどの程度あるかを推定するものである。2023年は9月5日、25日に実施し、調査日の平均水位（長良観測所）は9月5日が0.81 m、9月25日が0.74 mであった（国土交通省水文水質データベース <http://www1.river.go.jp/>、2026年1月8日入手、以下同様）。2024年は増水により調査時機を逸したため事前調査を行えなかった。調査地点は産卵場候補地である江の川本流の小原の瀬、ハネノセ、谷住郷の瀬、長良の瀬、ボウフラの瀬およびセジリの瀬、江の川支流八戸川の川戸橋から本流との合流点までの範囲とした（図1）。各地点を調査員2名～3名で踏査・潜水目視し、河床の状態を観察した。アユの産卵場として適した河床は、小石（粒径5mm–50mm¹⁾）が主体の浮き石底であるため、河床の礫の粒径組成と貫入度を測定した。河床の礫の粒径組成調査は線格子法で行い、礫の粒径区分は谷田・竹門の簡便階級²⁾に従った。すなわち、10 cm 間隔で10個の点が刻まれた木製の棒を河床に固定し、各点の下に位置する礫の粒径（長径）を目視で5階級（砂泥： <4 mm、砂利：4 mm–50 mm、石：50 mm–250 mm、巨石：250 mm–500 mm、岩： >500 mm）に区分した。なお、本調査では泥（ <0.125 mm）、細砂（0.125 mm–1 mm）および粗砂（1 mm–4 mm）をまとめて砂泥（ <4 mm）として扱った。河床の柔らかさの目安として、石井³⁾に準じてシノによる貫入度を測定した。水温はデジタル水温計（ULTRAPEN PT1, Myron L 製、以下同様）で測定した。流路の形状は、本調査の実施前に無人航空機（Phantom 4 Pro, DJI 製、以下、ドローン）で空撮した画像を、画像加工ソフトウェア（Metashape, Agisoft 製、以下同様）で合成した平面図から把握した。踏査・潜水によりアユの産卵が可能であると判断した範囲の外周の位置情報をハンディGPS（GPSMAP 64scJ, GARMIN 製、以下同様）で取得し、GISアプリケーションソフトウェア（Google Earth Pro, Google 製、以下同様）を用い、位置情報から面積と形状を求めた。

産卵場造成 造成場所は兩年とも重機の出入りが可能で、過去に産卵場造成の効果が認められた長良の瀬^{4,6)}とした。造成は、河床材料となる礫を投入し、河床の砂抜きと均しを行い、小石の浮き石底を造っていく方針とした。

2023年の産卵場造成は10月27日、28日に行った。造成範囲は長良の瀬の右岸側の河川40 m×80 mとし、目標とする造成面積は3,200 m²とした（図2）。

バックホー（320DRR, 日本キャタピラー製）およびキャリアダンプ（MST-2300VD, 諸岡製）を用いて土砂を400 m³投入した。次にブルドーザ（D6N, 日本キャタピラー製）を用いて砂抜きおよび均しを行いながら造成範囲内に土砂を敷き広げた。2022年は礫の投入前に河床の掘り下げを行っていた⁷⁾が、河床材料の流出の危険性を考慮し今回は行わなかった。しかし、目標とする造成面積（3,200 m²）の達成を優先した結果、河床全体に投入した土砂が十分な厚みで行き渡らなかった。

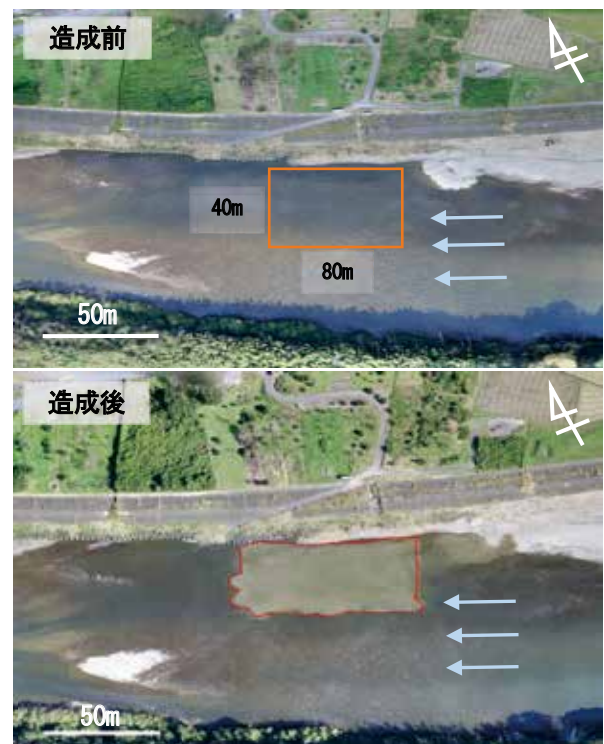


図2. 2023年の産卵場造成前（上）と造成後（下）の長良の瀬
水色の矢印は流向を、橙色でかこまれた線造成予定範囲（3,200 m²）（上）を、赤線は造成範囲（3,008 m²）（下）を示す。

2024年の産卵場造成は10月23日、25日に行った。造成範囲は2023年と同様の場所とした（図3）。造成の方法も2023年と同様とし、投入した土砂は565 m³であった。2024年は目標とする造成面積を3,000 m²以上とし、土砂が十分な厚みで全体に行き渡らせることを優先した。

造成前調査・造成後調査 造成による河床環境と流れの変化を調べる目的で造成の前後で調査を行った。この調査では、造成予定範囲を格子状に15区画に分け（図4）、調査員1名～3名で踏査・潜水目視し、河床の礫の粒径組成と貫入度、水深、流速を測定した。粒径組成と貫入度の測定は事前調査時と同

様の方法で行ったが、貫入度の測定は調査ライン(図4)を目安として横断的に測定した(測点数は1ラインにつき2023年は20点, 2024年は30点)。水深はスタッフ(ハイスタッフ, TAJIMA製)を用いて1cm単位とし, 1測点につき1回測定した。流速は流速計(VR-301, KENEK製)を用いて水面から水深60%の位置⁸⁾で1測点につき10回測定し, その平均値を求めた。調査地点は位置情報をハンディGPSで取得し, 造成後調査でも同じ地点で調査を行った。造成後調査では, 事前調査と同様の方法により, 産卵場造成を行った範囲の面積と形状を求め, 造成予定範囲と造成範囲の平面図を作成した。



図3. 2024年の産卵場造成前(上)と造成後(下)の長良の瀬
水色の矢印は流向を, 橙色線で囲まれた部分(上)は造成予定範囲(3,200m²)を, 赤色線(下)は造成範囲(2,578m²)を, 黄色線(下)は簡易的な導流堤を造った場所を示す。

産卵状況調査 本調査は江の川下流域でのアユの産卵状況を把握するため, 2023年11月14日に事前調査と同じ調査地点で実施し, 2024年は2023年に調査した地点のうち, 小原の瀬を除く地点で11月19日に行った(図1)。各地点を調査員1名~3名で踏査・潜水目視し, 河床の状態を観察するとともにアユの産着卵の有無を確認した。産着卵が確認された場合, 産卵床が分布する範囲の外周にポールを立て, 事前調査と同様の方法で産卵面積および形状を

求めた。卵の埋没深の測定は, 高橋ら⁴⁾に従い, 卵が付着している最も深い部分と周辺の河床面との高低差と定義し, 産卵場内で無作為に選定した産卵床で行った。また, 事前調査と同様の方法で河川の形状を把握した。水温はデジタル水温計で測定した。



図4. 造成前・造成後調査における調査ライン
造成範囲内(橙色線で囲まれた部分)のうち, ○部分で礫の粒径組成, ×部分で水深, 流速を測定した。

結果と考察

産卵場事前調査と産卵状況調査 2023年の事前調査および2023年, 2024年の産卵状況調査の結果を表1に, 産卵適地における礫の粒径組成・貫入度の結果を図5, 6に示す。2023年の事前調査では, 産卵適地の面積はハネノセが130m², 谷住郷の瀬が70m², 長良の瀬が150m², ボウフラの瀬が640m², セジリの瀬が2,700m², 八戸川が30m²であり, 合計3,720m²と推定した。その後の産卵状況調査では, 八戸川, 長良の瀬, セジリの瀬で産着卵が確認され, 産卵面積は合計6,723m²であった(表1)。そのうち八戸川ではスポット的に産卵場が存在し, その合計面積は2,421m²であった。次いでセジリの瀬が2,160m², 長良の瀬が2,142m²であった。長良の瀬のうち, 造成した範囲は1,899m², 造成範囲外で243m²であり, 造成した範囲だけで全体の産卵面積の3割を占めていた。これらの調査地点では遊泳する多数のアユが視認されただけでなく, 放卵・放精後に衰弱して死亡したと考えられるアユの死骸(以下, アユの死骸)が川底で多く観察されたが, 産卵が確認されなかった地点ではこのような死骸は全く観察されなかった。

2024年の産卵状況調査では, 八戸川, 長良の瀬, セジリの瀬で産着卵が確認され, 産卵面積は合計266m²であり, 2023年と比較して約96%減少した(表1)。長良の瀬では, 造成範囲で産卵は確認できず, 造成範囲外での産卵面積は42m²であった。八

戸川の産卵面積は213 m²であり、セジリの瀬では11 m²であった。2024年は調査地点で遊泳する親アユやアユの死骸がほとんど確認されなかった。2023年、2024年の各調査地点の状況を以下に詳述する。

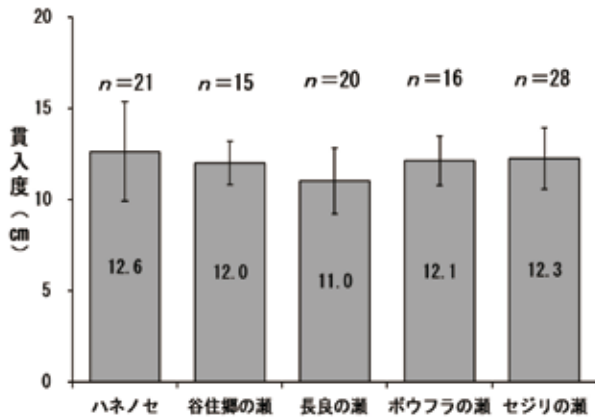


図5. 各調査地点における貫入度
図中の数値は平均、バーは標準偏差を示す

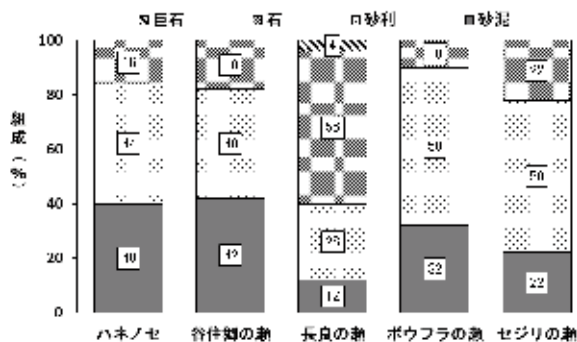


図6. 各調査地点における産卵適地および長良の瀬（造成前）の礫の粒径組成

(1)小原の瀬 2023年の平面図を図7に示す。事前調査時は流れが強く、川に入って調査はできなかった。産卵状況調査では、2022年の調査時に産着卵が確認されていた⁷⁾左岸側の流路には、砂が堆積しており、産着卵、遊泳するアユの姿ともに確認されなかった。



図7. 2023年の小原の瀬の平面図
水色の矢印は流向を示す。

(2)ハネノセ 2023年、2024年のハネノセの平面図を図8に示す。2023年は、事前調査の結果、瀬の右岸側の一部で小石主体の浮き石底になっている範囲が確認された。この範囲の礫の粒径組成は砂利(粒径4mm-50mm)が4割を占め(図6)、貫入度(平均±標準偏差)は12.6±2.7cm(n=21,図5)であり、産卵適地と推定した(図8上の黄色の範囲)。面積は130m²であった。産卵状況調査では産着卵とアユの死骸は確認されなかったが、遊泳するアユの姿は確認された。2024年は2023年に産卵適地とした瀬の右岸側の一部は引き続き小石主体の浮き石底になっており、アユの産卵に適していると考えられる河床(図8下の黒枠の写真)もあったが、産着卵や遊泳するアユの姿、アユの死骸も確認されなかった。

表1. 産卵場事前調査および産卵状況調査の結果

地点名	2023年					2024年		
	産卵場事前調査 (2023年9月5日, 25日実施)		産卵状況調査 (2023年11月14日実施)			産卵状況調査 (2024年11月19日)		
	産卵適地 面積 m ²	水温℃ (測定時刻)	産卵面積 m ²	水温℃ (測定時刻)	平均埋没深 cm	産卵面積 m ²	水温℃ (測定時刻)	平均埋没深 cm
小原の瀬	-	-	-	13.5 (8:00)	-	-	-	-
ハネノセ	130	24.0 (12:55)	-	13.7 (8:35)	-	-	14.9 (15:35)	-
谷住郷の瀬	70	24.0 (10:50)	-	15.3 (17:20)	-	-	15.4 (13:30)	-
長良の瀬 (造成)	-	25.5 (12:25)	1,899	15.1 (14:40)	5.4	-	14.2 (11:06)	-
長良の瀬 (自然)	150	23.1 (7:08)	243	14.0 (11:15)	5.1	42	14.2 (11:06)	5.1
ポウフラの瀬	640	-	-	14.0 (11:15)	-	-	14.2 (11:06)	-
セジリの瀬	2,700	-	2,160	14.0 (11:15)	5.8	11	14.2 (11:06)	3.3
八戸川	30	22.4 (13:53)	2,421	14.8 (17:20)	6.2	213	14.2 (11:06)	5.9
合計	3,720		6,723			266		

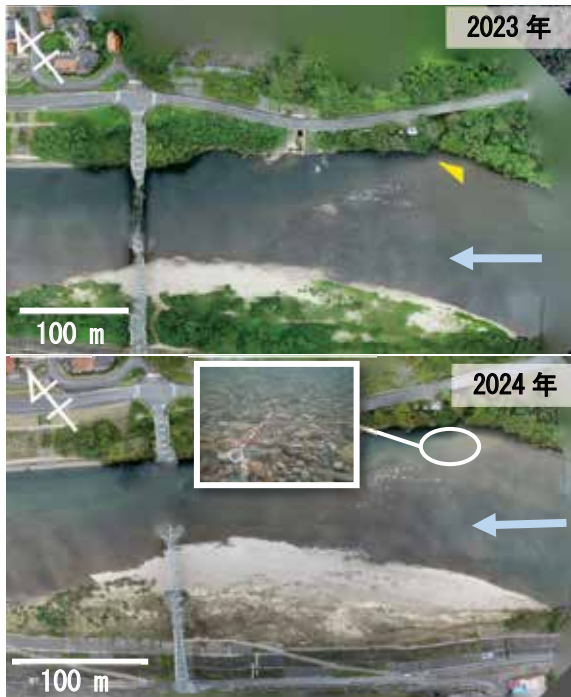


図8. 2023年(上)と2024年(下)のハネノセの平面図
 図中の黄色の部分には事前調査時の産卵適地を、水色の矢印は流向を示す。図の白枠の写真は産卵適地の河床の様子を示す



図9. 2023年(上)と2024年(下)調査時の谷住郷の瀬の平面図
 図中の黄色の部分には事前調査時の産卵適地を、橙枠の範囲は調査できなかった場所を、水色の矢印は流向を示す。

(3) 谷住郷の瀬 2023年、2024年の谷住郷の瀬の平面図を図9に示す。2023年は、事前調査時には左岸寄りに中州が形成され、右岸側の流路が滞筋である。右岸側の流路の流心部は流れが強く潜水できなかったため、河床の状態を確認できなかった(図9上の橙色線で囲まれた部分)。中州に沿って流心から分派する流れがあり、その中州側の浅瀬には砂の混入が多いが、小石は多く、浮き石状態の範囲があった。その範囲の礫の粒径組成は砂利(粒径4mm-50mm)が4割を占め(図6)、貫入度は 12.0 ± 1.2 cm ($n=15$, 図5)であり、産卵適地と推定した(図9中の黄色の範囲)。面積は 70 m²であった。産卵状況調査では産卵は確認されなかったが、アユの死骸や放卵・放精により衰弱したと思われるアユが確認された。

2024年は2023年に左岸寄りに形成されていた中州は消失していたが、右岸側の流路の流心部は流れが強く河床の状態を確認できなかった(図9下の橙色線で囲まれた部分)。調査を行った範囲では、砂が堆積し、河床も硬く締まっており、産卵には不適な状態となっていた。産着卵、親アユは確認されず、アユの死骸は1尾のみ確認された。

(4) 長良の瀬 2023年、2024年の長良の瀬の平面図を図10に示す。2023年は、事前調査時には、左岸側の河床は硬く締まっており、下流に行くにしたがって粒径20cm以上の礫の割合が増えていった。一方、右岸側の2022年に造成した範囲(2023年造成時と同様の範囲)は礫の流出や砂の混入などにより河床が硬くなっていたが、下流になるに従い礫が細くなっていき、小規模な瀬が出来ており、その一部の瀬は浮き石状態であったため産卵適地と推定した(図10上の黄色の範囲)。その面積は 243 m²であった。

産卵状況調査の結果、産卵面積は $2,142$ m²であった(図10上の長良の瀬における赤線で囲まれた範囲)。このうち造成した範囲の産卵面積は $1,899$ m²であった。造成範囲の下流側に数ヶ所の自然産卵場が確認され、これらの産卵面積の合計は 243 m²であった。卵の埋没深は、造成範囲で 5.4 ± 1.1 cm ($n=20$, 表1)、自然産卵場で 5.1 ± 1.6 cm ($n=10$, 表1)であり、いずれも良好な産卵環境の目安である10cm以上⁹⁾に達していなかった。

2024年も長良の瀬では産卵場造成を行ったが、造

成した範囲内は造成前に比べて礫が硬く締まっており、産着卵は確認されなかった。造成範囲の上流側と下流側に小規模な自然産卵場が確認されたのみであり、産卵面積は 42 m^2 で(図10下の長良の瀬における赤線で囲まれた範囲)、2023年の $2,142\text{ m}^2$ から大きく減少した。卵の埋没深は、 $5.1\pm 1.1\text{ cm}$ であり(表1)、良好な産卵環境の目安である 10 cm 以上⁹⁾に達していなかった。また、遊泳するアユやアユの死骸も確認できなかった。

(5) ボウフラの瀬 2023年、2024年のボウフラの瀬の平面図を図10に示す。2023年は事前調査時には、河床が浮き石底になっていた 640 m^2 の範囲を産卵適地とした(図10上のボウフラの瀬における黄色で示した範囲)。産卵状況調査の結果、産卵適地と判断した範囲には砂が多く混入し、河床が硬く締まっており、産着卵は確認されなかった。

2024年は産卵状況調査の結果、河床が硬く締まっており、産卵は確認されず、遊泳するアユやアユの死骸も確認できなかった。

(6) セジリの瀬 2023年、2024年のセジリの瀬の平面図を図10に示す。2023年は事前調査の結果、

砂の混入が少ない浮き石で構成されている河床が広い範囲で確認され、合計で $2,700\text{ m}^2$ の範囲を産卵適地と推定した(図10上のセジリの瀬における黄色で示した範囲)。産卵状況調査の結果、産卵適地と推定した範囲のやや下流側にも産着卵が確認され、産卵面積は合計で $2,160\text{ m}^2$ となった。これは支流を除いた江の川本流の中で産卵面積が最も広がった(図10上のセジリの瀬における赤線で囲まれた範囲)。卵の埋没深は $5.8\pm 1.3\text{ cm}$ ($n=10$, 表1)で、良好な産卵環境の目安である 10 cm 以上⁹⁾に達していなかった。

2024年は産卵が確認された範囲以外でも産卵に適しているとみられる範囲(図10下のセジリの瀬内の写真)も存在したが産着卵は確認できず、遊泳するアユやアユの死骸も確認できなかった。産卵面積は 11 m^2 (図10下のセジリの瀬における赤線で囲まれた範囲)、卵の埋没深は $3.3\pm 0.6\text{ cm}$ (表1)であり、良好な産卵環境の目安である 10 cm 以上⁹⁾に達していなかった。

(7) 八戸川 2023年、2024年の平面図を図11に示す。2023年は、川戸橋から本流との合流点までの

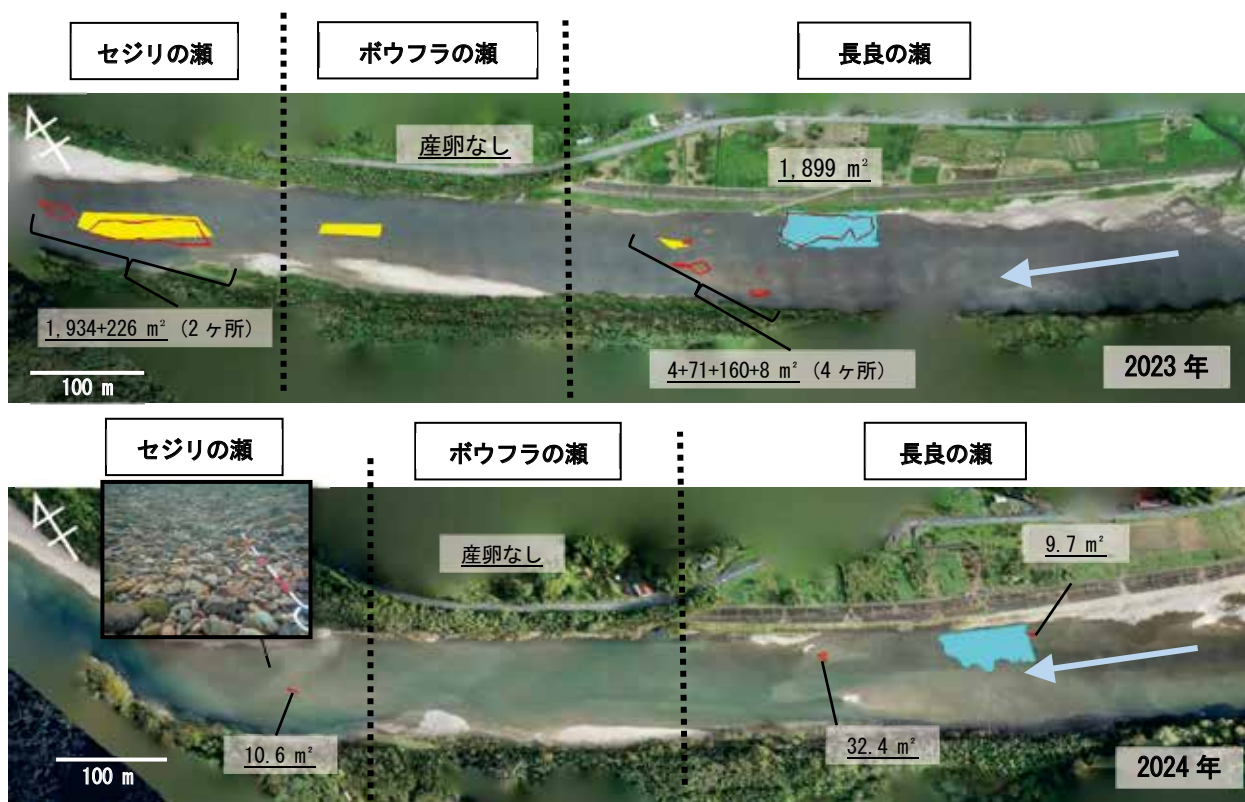


図10. 2023年(上)と2024年(下)調査時の長良の瀬、ボウフラの瀬およびセジリの瀬の平面図
図中の黄色の部分には事前調査時の産卵適地を、赤線で囲まれた部分は産卵範囲を、青色で塗られた部分は造成した範囲を、図中の黒枠内の写真は産卵状況調査時に産卵適地と考えられた河床を、水色の矢印は流向を示す。

間に8つの瀬が存在し、便宜的に上流側から第1の瀬、第2の瀬、…、第7の瀬、合流点の瀬と呼称する。このうち産卵適地と判断したのは第3の瀬と第4の瀬であった（図11上の黄色で示した範囲）。その他の瀬は、砂の堆積が多く産卵には不適と判断した。また、ごく小規模な浮き石底の河床がスポット的に分布していたが、非常に面積が小さかったため、計測しなかった。沈下橋の上流側に位置する第4の瀬は、左岸側は小石が多く浮き石状態であった。礫の粒径組成は砂利（粒径4mm-50mm）が多くを占め、面積は30m²であった。産卵状況調査の結果、産着卵は第1の瀬および産卵適地と推定した第4の瀬では確認されず、第2、第3、第5、第6および第7の瀬で確認された（図11上の赤線で囲まれた範囲）。産卵面積の合計は2,421m²であった。このうち第3および第5の瀬で卵の埋没深を測定した結果、平均で6.2±1.6cm（n=24、表1）であり、良好な産卵環境の目安である10cm以上⁹⁾に達していなかった。産卵状況調査では多くの遊泳するアユとアユの死骸が確認され、図12に示すような流れの緩やかな浅場でも多くの産卵が確認されたため、支流である八戸川も重要な産卵場であると考えられる。

2024年は第2の瀬にわずかに産卵しているのみで



図12. 2023年の八戸川の第3の瀬下流の産卵が確認された流れの緩やかな浅場（赤線で囲まれた範囲）

あり、産卵面積は213m²であった（図11下の赤線で囲まれた範囲）。第2の瀬の埋没深を測定した結果、平均で5.9±1.2cm（n=10、表1）であり、良好な産卵環境の目安である10cm以上⁹⁾に達していなかった。第1の瀬、第2の瀬の河床は砂利が多くを占めていたが、第3の瀬より下流の瀬では砂が多く堆積しており、産卵は確認されなかった。また、2023年調査時に第5の瀬とした瀬が消失しており、親アユやアユの死骸も確認されなかった。

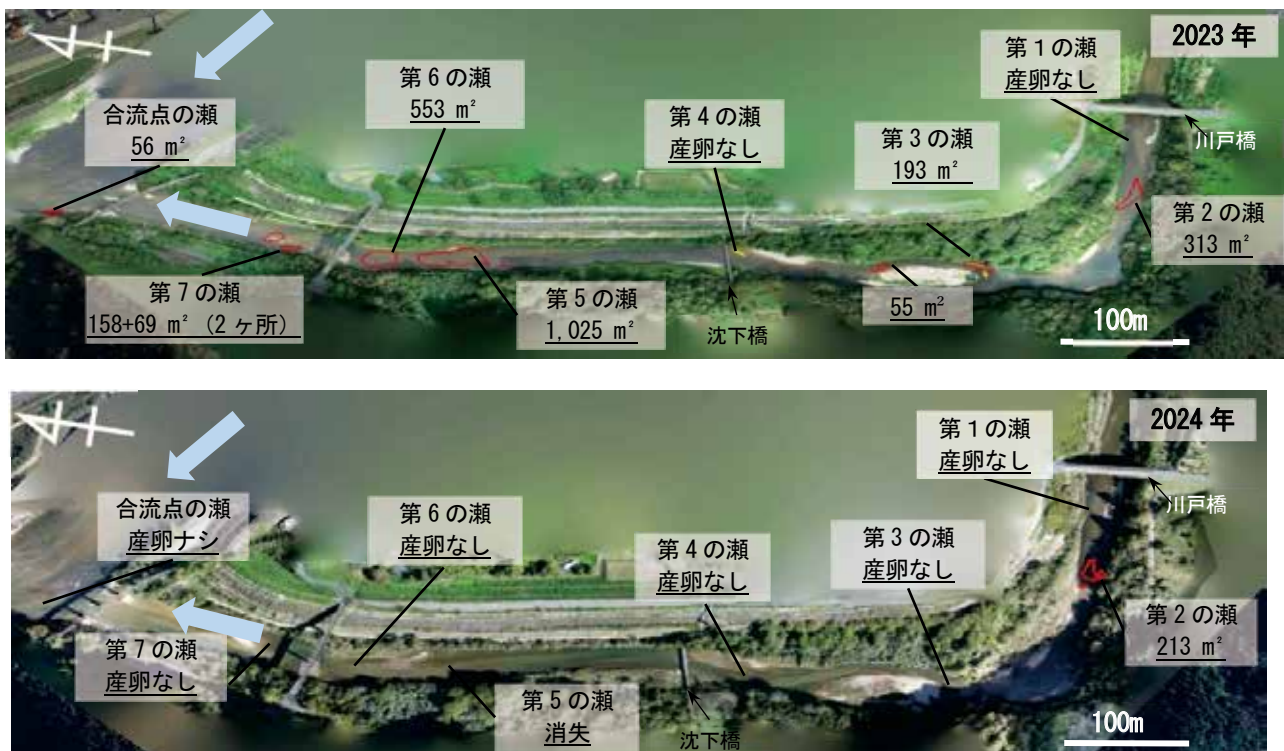


図11. 2023年（上）と2024年（下）調査時の八戸川下流の平面図

図中の黄色線で囲まれた部分は事前調査時の産卵適地を赤線で囲まれた部分は産卵範囲を、水色の矢印は流向を示す。

2023 年の産卵場造成 理想的な産卵環境が提供された場合、産卵場 100 m² あたりに 1 億尾のアユ仔魚のふ化が期待できる。これは高知県奈半利川における自然産卵場がほぼ無い年で、最適な粒度組成に調整した砂利を投入した造成産卵場における産卵実績であり、理想値に近いと考えられる（たかはし河川生物調査事務所 高橋勇夫氏、未発表）。これを目安として適用し、流下仔魚量を前年よりも多い 30 億尾と仮定すると、必要な産卵場面積は 3,000 m² と見積もられる。これに産卵環境の不確実性を見込んで有効面積を 5 割とし、産卵に必要な面積は 6,000 m² と推定した。事前調査で産卵可能と見積もった面積が 3,720 m² であり、産卵面積の不足が懸念されたため、産卵場造成を行うこととした（図 13）。



図 13. 2023 年の産卵場造成の作業の様子
A：造成に使用した土砂，B および C：造成範囲に土砂を投入する作業，D：砂抜きと均しの作業

造成した範囲を図 2 に示す。造成面積は 3,008 m² であり、当初計画した面積 (3,200 m²) には及ばなかった。これは重機で河床を均す際に、計画していた土砂の厚み (0.1 m) にすることが難しく、計画よりも厚くなってしまったことが原因として考えられる。そのため、今後の造成では投入する土砂はある程度余裕を持った量を用意する必要があると考えられる。

河床の貫入度は、造成前後で 9.5 ± 1.4 cm ($n=100$) から 15.1 ± 1.8 cm ($n=100$) となり（図 14）、河床は柔らかくなった。粒度組成は、砂泥（粒径 < 4 mm）が 13% から 3% に、砂利（4 mm–50 mm）が 27% から 44% に、石（50 mm–250 mm）が 53% から 51% に、巨石（250 mm–500 mm）が 7% から 2% になった（図 15）。礫の浮き石率（浮き石の割合）は 95% から 100% となった。水深は土砂の供給により 55.4 ± 6.7 cm ($n=45$)

から 39.0 ± 8.1 cm ($n=45$) と浅くなり、流速は 113.6 ± 21.6 cm/s ($n=450$) から 95.1 ± 20.0 cm/s ($n=450$) に低下した（付表 1）。以上のことから、アユの産卵に適した砂利が主体の浮き石底にするという産卵場造成の目的を達成することが出来たと考えられる。

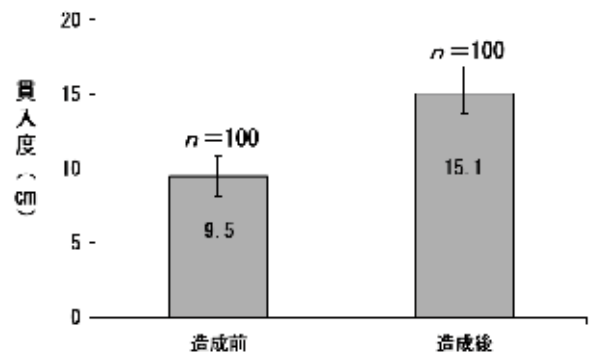


図 14. 2023 年造成前後の長良の瀬における貫入度
図中の数値は平均を、バーは標準偏差を示す。

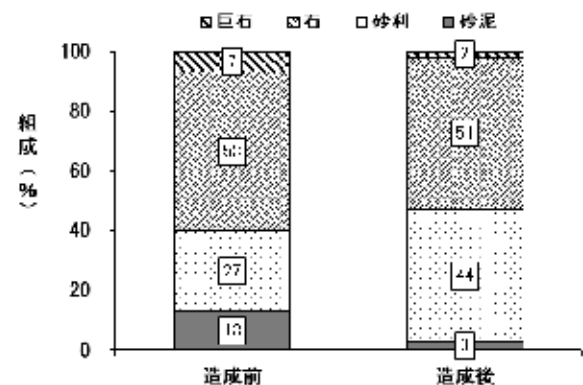


図 15. 2023 年造成前後の長良の瀬における礫の粒度組成

2024 年産卵場造成 当初の計画では、バックホー、キャリアダンプにより土砂を造成予定範囲内へ運搬させ、ブルドーザにより河床を均す予定であった。しかし、当日（10 月 23 日）は水位が高く（長良観測所、1.22 m）、キャリアダンプが入水できず土砂の運搬が困難となったため、代わりにブルドーザで土砂を押し広げようとしたが（図 16）、水中の河床の様子が確認できないことから作業を中断した。2 日後の 10 月 25 日に作業を再開した（長良観測所、0.94 m）。ブルドーザにより河床表面の砂抜きを行いながら河床を均した（図 16）。また、上記作業により造成範囲内に流れ込む水量が減少したため、オペレーターと相談し、バックホーを用いて造成範囲の上流側に土砂を盛って簡易的な導流堤を造ることで、造成範囲内に流れを呼び込む工夫を施した（図 3）。



図 16. 2024 年の産卵場造成の作業の様子
 A: 造成に使用した土砂, B: 造成範囲に土砂を運搬する作業 (10 月 23 日, 高い水位のため中断), C: 造成範囲内に土砂を広げる作業 (10 月 23 日), D: 砂抜きと均しの作業 (10 月 25 日)

造成した範囲を図 3 に示す. 造成面積は 2,578 m² であり, 当初計画した目標 (3,000 m² 以上) には及ばなかった. また, 造成した範囲が造成前調査の調査範囲よりも 1 区画分上流側にずれてしまったため, 調査ラインを造成後調査では上流側に新たに 1 区画分を設定し, A~E (造成前調査ライン) から, A+~D (造成後調査ライン) に変更した (図 17).

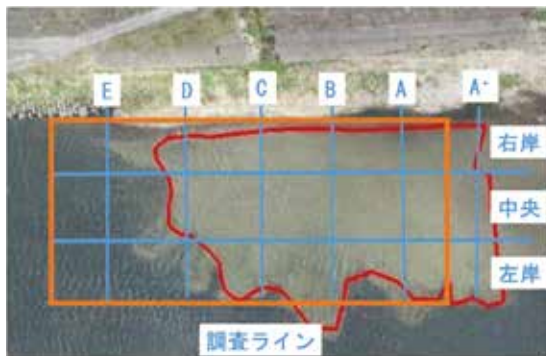


図 17. 2024 年の造成後調査の調査ライン
 橙色の枠で囲まれた範囲は造成予定範囲を示す. A+は新たに設置した調査ライン.

河床の貫入度は, 造成前後で 11.2±2.4 cm (n=150) から 14.8±2.0 cm (n=150) となり (図 18), 河床は柔らかくなった. 粒度組成は, 砂泥 (粒径<4 mm) が 12.0%から 8.7%に, 砂利 (4 mm-50 mm) が 22.0%から 41.3%に, 石 (50 mm-250 mm) が 60.0%から 44.0%に変化したが, 巨石 (250 mm-500 mm) は 6.0%から変化しなかった (図 19). 礫の浮石率は 95%から 100%となった. 水深は土砂の供給により 57.9±9.0 cm

(n=45) から 51.4±10.4 cm (n=45) と浅くなった. 流速は流れを引き込む作業を行ったため, 113.3±22.0 cm/s (n=450) から 121.4±24.8 cm/s (n=450) に速まった (付表 2). また, 造成後の調査中には多くの遊泳するアユと産着卵が確認された (図 20). 以上のことから, アユの産卵に適した砂利が主体の浮き石底にするという産卵場造成の目的を達成することが出来たと考えられる.

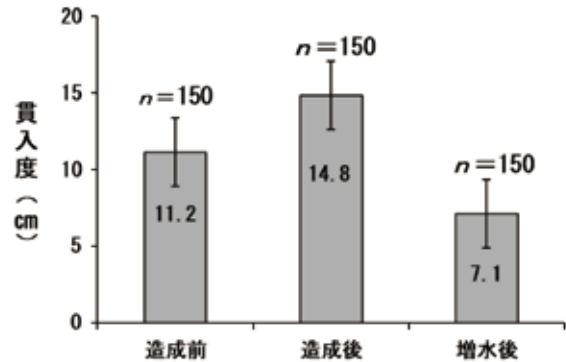


図 18. 2024 年の造成前後, 増水後の長良の瀬における貫入度

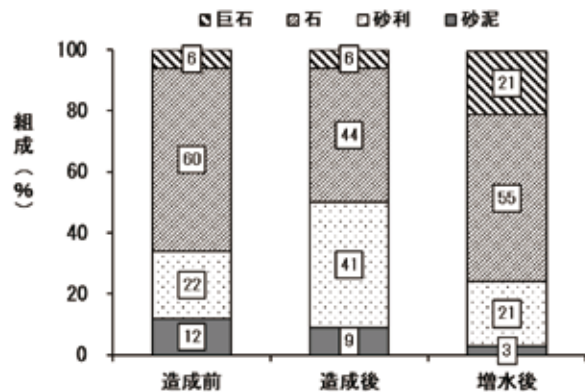


図 19. 2024 年の造成前後, 増水後の長良の瀬における礫の粒径組成



図 20. 2024 年の造成後調査時に確認された長良の瀬のアユの産着卵

2023年の長良の瀬の造成範囲について 2023年造成後の調査で行った長良の瀬における産卵面積は1,899 m²で、利用率は造成範囲の63%であった。貫入度は、上流・中流・下流の3区分で比較すると、それぞれ15.6±1.8 cm (n=34), 14.9±1.8 cm (n=34), 14.8±1.7 cm (n=34)であり、いずれも産卵場に適した柔らかさであった(図21)。また、造成範囲を15区画に区切り、その区画ごとに産卵面積の割合がおおむね6割以上を1等地、6割未満を2等地として等級分けし(図22)、水深、流速、および粒度組成について等級間で比較した。水深は1等地及び2等地でそれぞれ38.0±7.1 cm (n=30), 40.7±9.9 cm (n=15)であり(図23)、有意差は認められなかった(マンホイットニーのU検定, U=180, p=0.28)。流速はそれぞれ99.6±18.4 cm/s (n=30), 86.1±15.0 cm/s (n=15)であり(付表1)、有意差が認められた(U=314, p=0.03)。アユの産卵場に適した河床材料の粒径とされている¹⁾砂利の割合は1等地のほうが10%程度高かった。これらの結果から、2等地となった理由として流速、粒度組成が関係している可能性があるが、ほかの要因も含めて今後検討が必要である。

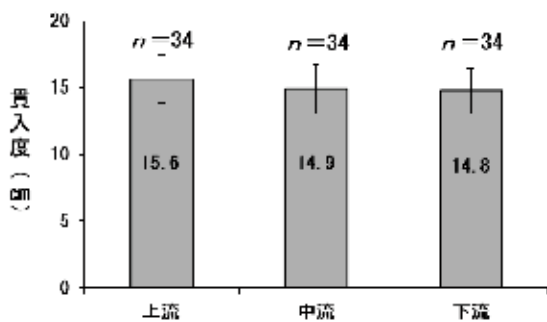


図21. 2023年の長良の瀬の造成範囲内における上流、中流および下流の貫入度

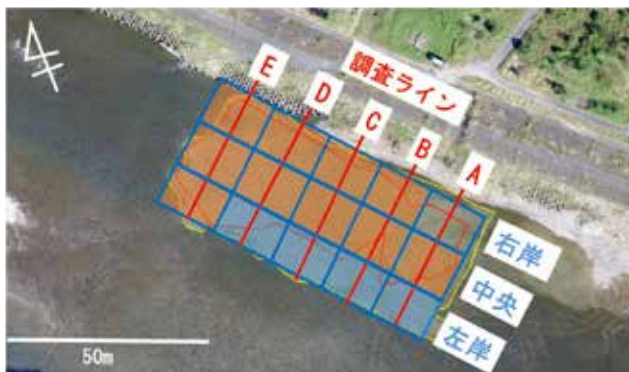


図22. 2023年の長良の瀬の造成範囲内の等級分け色は1等地、青色は2等地を示す

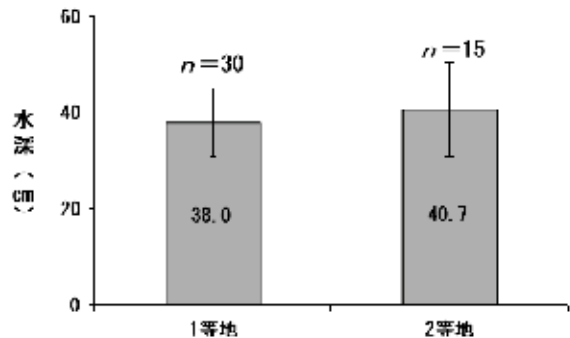


図23. 2023年の長良の瀬の造成範囲内の1等地および2等地の水深

2024年11月2日の大雨による造成範囲への影響 2024年の造成後、11月2日の大雨により江の川長良観測所で最大水位10mを超える増水が観測された(図24)。これにより造成範囲の河床の状態が変化することが考えられたため、2024年11月25日に造成後調査と同じ範囲で再び調査を行った。増水後の調査時の水位は0.73mであった。調査の結果、増水後の貫入度は、7.1±2.0 cm (n=150)であり、造成前後の河床よりも硬く締まっていた(図18)。礫の粒度組成は砂泥(粒径<4mm)が3.3%、砂利(4mm-50mm)が21.3%、石(50mm-250mm)が54.7%、巨石(250mm-500mm)が20.7%であり、造成前後と比較して石と巨石の割合が増加していた(図20)。水深は65.3±11.4 cm (n=45)で造成前(57.9±9.0 cm)、造成後(51.4±10.4 cm)と比較して深くなった(付表2)。礫の浮き石率は98%で、流速は121.4±18.6 cm/s (n=450)であり、造成前(95%, 113.3±22.0 cm/s)と造成後(100%, 121.4±24.8 cm/s)と比較して大きな変化は見られなかった(付表2)。これらの結果から河床の状態は造成の効果で一旦は改善されたが、大雨による増水により造成前よりも悪化したと考えられる。

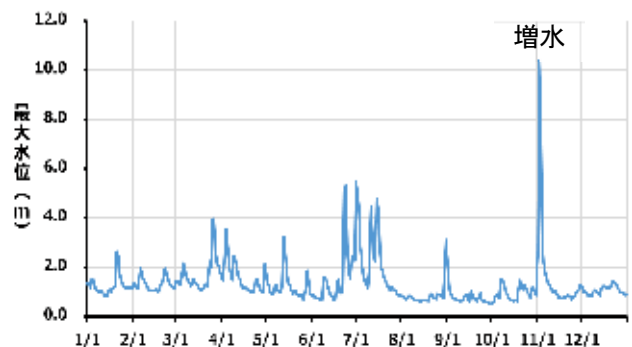


図24. 2024年長良観測所における1年間の水位変化

謝辞

国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所には産卵場造成を実施していただいた。中国電力株式会社東部水力センター邑智事務所には産卵場造成に必要な河床材料の提供でご支援いただいた。近自然河川研究所の有川 崇 代表には2023年の産卵場造成を計画する上でご助言をいただいた。島根県水産技術センターの沖野 晃 漁業生産部長には2023年の産卵場事前調査でご協力いただいた。ここに記して深く感謝を申し上げる。

文献

- 1) 高橋勇夫：天然アユが育つ川。築地書館，東京，2009，pp. 194.
- 2) 竹門康弘：水域の棲み場所を考える，「棲み場所の生態学」，平凡社，東京，1995，pp. 11-66.
- 3) 石井 徹：貫入度。アユの産卵場づくりの手引き（魚類再生産技術開発調査報告書），全国内水面漁業協同組合連合会，1993，pp. 228.
- 4) 高橋勇夫，寺門弘悦，村山達朗：島根県西部河川におけるアユ産卵場造成について，島根水技セ研報，**2**，39-48 (2009).
- 5) 高橋勇夫，寺門弘悦，村山達朗：島根県西部河川におけるアユ産卵場造成について－II。島根水技セ研報，**3**，69-84 (2011).
- 6) 高橋勇夫，寺門弘悦，曾田一志，安木 茂，沖野 晃：2012年の江の川におけるアユ産卵場造成について。島根水技セ研報，**6**，19-29 (2014).
- 7) 寺門弘悦，谷口祐介，沖野 晃，二本木俊二：2022年の江の川におけるアユ産卵場造成と産卵状況。島根水技セ研報，**16**，9-16 (2024).
- 8) 国土交通省，国立研究開発法人土木研究所：水文観測（平成14年度版）。
https://www.pwri.go.jp/team/hydro_eng/h14suimon.html，2026年1月8日。
- 9) 高橋勇夫：産卵場造成の必要性和その実際。天然アユを増やすと決めた漁協のシンポジウム第1回天竜川大会記録集，天然アユ保全ネットワーク，2007，pp. 11-18.

付表 1. 2023 年造成範囲の平均水深と平均流速（上段:造成前，下段:造成後）赤枠部分は 1 等地を示す

造成前		ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			ライン E			
上流	右岸	水深 (cm)	36.0	46.0	47.0	52.0	45.0	55.0	56.0	52.0	55.0	67.0	67.0	61.0	53.0	54.0	52.0
	流速 (cm/s)	89.2	49.2	90.3	94.5	105.2	129.5	122.7	127.2	92.5	115.8	126.6	120.8	146.0	128.2	133.3	
中央	水深 (cm)	58.0	48.0	53.0	62.0	58.0	59.0	57.0	55.0	59.0	53.0	52.0	54.0	61.0	51.0	58.0	
	流速 (cm/s)	108.5	117.0	136.7	126.5	109.6	97.6	124.6	120.7	126.2	120.0	113.7	104.8	130.0	138.1	114.6	
下流	左岸	水深 (cm)	50.0	50.0	48.0	63.0	61.0	46.0	67.0	62.0	65.0	62.0	62.0	62.0	54.0	58.0	46.0
	流速 (cm/s)	136.1	151.3	126.8	119.0	92.4	116.1	104.3	80.7	99.6	106.9	102.9	114.1	101.5	106.9	93.4	
造成後		ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			ライン E			
上流	右岸	水深 (cm)	19.0	43.0	32.0	36.0	45.0	32.0	35.0	38.0	44.0	36.0	40.0	35.0	42.0	30.0	30.0
	流速 (cm/s)	51.9	74.2	67.5	92.1	81.0	86.5	65.2	93.6	89.3	128.8	103.7	117.8	135.0	105.3	125.2	
中央	水深 (cm)	42.0	50.0	46.0	46.0	38.0	33.0	45.0	48.0	55.0	40.0	35.0	31.0	31.0	37.0	33.0	
	流速 (cm/s)	70.1	69.9	87.9	91.9	102.9	98.3	81.7	85.9	99.8	121.3	111.5	110.4	130.1	97.5	86.8	
下流	左岸	水深 (cm)	56.0	46.0	35.0	52.0	36.0	40.0	47.0	52.0	50.0	34.0	34.0	35.0	27.0	26.0	36.0
	流速 (cm/s)	89.9	98.9	100.1	110.0	77.3	79.3	82.7	100.0	90.3	96.9	80.7	92.3	90.9	109.9	118.8	

付表 2. 2024 年造成範囲の平均水深と平均流速（上段:造成前，中段:造成後，下段:増水後）

造成前		ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			ライン E			
上流	右岸	水深 (cm)	34.0	45.0	49.0	44.0	50.0	55.0	53.0	61.0	59.0	54.0	62.0	60.0	41.0	61.0	66.0
	流速 (cm/s)	40.3	72.8	87.6	99.8	102.0	111.1	99.3	115.4	98.0	130.1	139.0	129.8	116.2	136.0	130.3	
中央	水深 (cm)	59.0	45.0	36.0	50.0	60.0	58.0	64.0	67.0	68.0	70.0	58.0	64.0	64.0	62.0	68.0	
	流速 (cm/s)	93.0	109.6	109.0	80.3	95.9	90.5	103.4	106.6	126.8	131.9	146.0	136.3	137.2	150.9	130.2	
下流	左岸	水深 (cm)	45.0	32.0	51.0	64.0	70.0	67.0	66.0	60.0	62.0	66.0	64.0	60.0	70.0	71.0	72.0
	流速 (cm/s)	82.8	90.9	62.8	155.5	132.0	91.7	130.5	135.3	98.2	126.8	119.9	112.1	132.6	144.3	126.3	
造成後		ライン A+			ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			
上流	右岸	水深 (cm)	44.0	39.0	45.0	33.0	46.0	47.0	58.0	54.0	59.0	58.0	54.0	57.0	45.0	53.0	57.0
	流速 (cm/s)	94.8	110.0	83.6	75.3	103.3	98.6	84.1	94.2	107.4	107.6	127.6	122.9	154.1	162.2	131.9	
中央	水深 (cm)	30.0	30.0	34.0	41.0	44.0	40.0	55.0	53.0	56.0	61.0	58.0	50.0	45.0	47.0	53.0	
	流速 (cm/s)	94.2	97.5	105.0	107.5	97.6	117.2	102.0	115.0	101.9	107.4	124.5	133.3	140.8	161.3	153.3	
下流	左岸	水深 (cm)	24.0	45.0	44.0	62.0	64.0	68.0	68.0	63.0	61.0	48.0	69.0	75.0	60.0	56.0	61.0
	流速 (cm/s)	131.2	119.2	126.6	89.2	101.6	113.0	135.8	132.0	127.1	166.0	160.4	148.6	163.2	173.4	159.3	
増水後		ライン A+			ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			
上流	右岸	水深 (cm)	41.0	50.0	49.0	58.0	46.0	39.0	61.0	65.0	67.0	67.0	62.0	55.0	53.0	63.0	67.0
	流速 (cm/s)	75.5	96.0	91.9	106.5	104.8	93.6	92.0	111.0	107.9	129.3	128.5	119.6	130.4	141.9	120.0	
中央	水深 (cm)	45.0	50.0	57.0	67.0	67.0	60.0	70.0	72.0	67.0	73.0	77.0	69.0	68.0	77.0	67.0	
	流速 (cm/s)	105.7	123.2	119.1	115.3	108.6	100.8	111.3	125.0	124.9	142.5	131.0	136.7	143.5	138.0	162.4	
下流	左岸	水深 (cm)	55.0	62.0	60.0	68.0	69.0	71.0	75.0	82.0	86.0	85.0	88.0	83.0	74.0	78.0	73.0
	流速 (cm/s)	106.1	105.7	90.7	125.2	119.0	105.6	123.5	133.7	142.5	147.3	137.0	146.9	144.3	154.7	142.2	

資料

高品質な絞りわかめの安定製造に向けた塩抜き技術の検討

吉村真理¹・細田 昇¹・石橋泰史^{1a}

Desalination technology for stable production of high-quality dried Wakame Seaweed

Mari YOSHIMURA, Noboru HOSODA and Taishi ISHIBASHI

キーワード：カリウム、塩抜き時間、絞りわかめ、ワカメ

島根県では古くから各漁業集落において、褐藻類に属するワカメ *Undaria pinnatifida* を真水等で洗浄した後に天日乾燥させた絞りわかめが製造されてきた。1970 年代以降、全国的に湯通し塩蔵わかめ及びそれを原料としたカットわかめの製造が主流となり、¹⁾島根県では生産者の減少や高齢化を背景として、絞りわかめの生産量が大幅に減少した。しかしながら、絞りわかめの食文化は県西部地域を中心に根強く残っており、現在は需要量に対して供給量が追いついておらず、生産拡大の余地がある。従前まで絞りわかめ加工に用いられる原料の多くは天然ワカメだったが、近年は養殖ワカメの利用が増加している。養殖ワカメは、漁期序盤は生鮮品として需要が高い一方で、漁期中盤以降には供給過多により取引価格が下がるため、「板わかめ」への加工が主流となる。しかしながら、板わかめ加工は高額な設備投資が必要であるほか、加工用原藻のサイズの規格が決められていることで、規格外の原藻が利用されていないという問題がある。絞りわかめ加工は板わかめ加工と比較して、加工に必要な機器設置にかかる初期投資が少なく済むのに加え、販売できる原藻サイズが幅広いため資源を無駄なく有効活用できる。このことから、絞りわかめは養殖わかめ生産期間の中盤以降において、沿岸自営漁業者の所得向上に繋がりうる有望な加工方法と考えられる。

県内流通業者への聞き取り調査を行ったところ、最近収穫したワカメを真水により洗浄および塩抜き（以下「塩抜き」という）し、よく乾燥した製品（以下「高評価製品」という）が消費者に好まれ

る傾向にあることがわかった。洗浄・塩抜きは主に製品中の塩分含量の調整を目的とし、品質を大きく左右する重要な工程である。さらに高評価製品を製造している生産者（以下「高評価製品生産者」という）の加工方法を調査した結果、原藻のサイズに応じて塩抜きする時間を調整していることが判明した。

そこで本研究では、高評価製品と同等の塩分含量を有する製品を製造する際の適切な塩抜き時間を原藻のサイズ別に検討した。また、海藻に多く含まれるミネラルの一つであるカリウムは高血圧予防の効果があるとされており、絞りわかめには一般に広く流通しているカットわかめと比較してカリウムが多く含まれるのが特徴である。これを踏まえ、洗浄・塩抜き工程におけるカリウム含量の変化についても明らかにすることとした。

方法

試料 試料は、島根県出雲市十六島町沖で養殖されたワカメ（県内産地種）とした。葉長 80 cm 及び 100 cm（2025 年 1 月 22 日採取）、150 cm（2025 年 2 月 28 日採取）の 3 種類のサイズについて検討した（表 1）。

加工方法 本研究では高評価製品の製法を基に加工方法について検討した。この製法では、生ワカメ（以下「原藻」という）の重量 4 kg 程度に対して約 8 倍量の真水を使用し、円形タライ 2 つを用いて各タライで 10~15 秒程度押し洗いし、家庭用洗濯機の脱水機能を用いて 10 分程度脱水した後、

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

^a 現所属：東部農林水産振興センター-Eastern Shimane Agriculture, Forestry and Fisheries Promotion Center, Matsue, Shimane 690-0011, Japan

表 1. 試料の全重量及び各部位のサイズ (平均値±標準偏差)

サイズ	全重量 (g)	葉長 (mm)	葉幅 (mm)	欠刻幅 (mm)	軸幅 (mm)	葉厚 (mm)
葉長80cm	77±14	879±133	490±78	105±28	19±3	0.26±0.02
葉長100cm	172±42	1083±128	620±151	162±6	26±6	0.25±0.02
葉長150cm	271±49	1448±186	764±81	165±51	31±5	0.22±0.02

天日乾燥し完成となる。

塩抜き工程において、未塩抜き区 (以下「対照区」という) と塩抜き区を設定した。各試験区の前原藻の重量は 300 g~600 g とした。対照区では、水温 11.2°C~12.7°C の海水 3.0 L~5.0 L 程度を満たした円形タライ (18 L) を用い、5 秒程度浸漬し、軽く押し洗いをして夾雑物を除去した。塩抜き区では、原藻を 8 倍量で水温 10.2°C~11.9°C の水道水を満たした円形タライ 2 つを用い、塩抜き時間を 5 秒、30 秒、120 秒、300 秒の 4 試験区設定して押し洗った。なお、タライ 1 つあたりの塩抜き時間は各試験区の設定時間の半分とした (例: 30 秒の試験区の場合、1 つめのタライで 15 秒、続いて 2 つめのタライで 15 秒の押し洗いを行った)。その後、対照区、塩抜き区ともに家庭用脱水機で 5 分脱水し、物干し竿に掛けて屋外で天日により乾燥させ、絞りわかめ (以下「製品」という) を作製した。

分析方法 製品中の葉を粉碎処理し、ナトリウム及びカリウム含量を原子吸光光度法²⁾により分析し、乾燥状態のばらつきによる影響を排除するため乾物換算した。ナトリウム含量は食塩相当量 (以下「塩分含量」という) に換算した。

結果と考察

塩分含量 対照区製品の塩分含量は、原藻中の塩分含量を概ね反映しており、サイズが大きいものほど少ない傾向であった (図 1)。また、塩抜き区製品ではいずれのサイズも塩抜き時間が長くなるにつれ、塩分含量は減少した。一方、塩抜き後の塩抜き水中の塩分含量は増加傾向を示し、塩抜きにより原藻中の塩分が流出したと考えられた (図 2)。高評価製品の塩分含量は 14.4~17.0 g/100 gDM であり、いずれのサイズも 5 秒または 30 秒の塩抜きで概ねこの範囲に達した。適切な塩抜き時間はいずれのサイズも同様であることから、葉長 80 cm~150 cm サイズの養殖ワカメを用いて加工する場合は、塩抜き時間を調整する必要がないと考えら

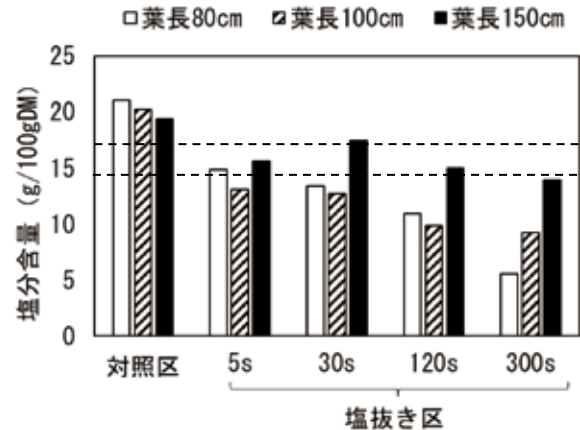


図 1. 製品 (葉) の塩分含量 (図中の点線は高評価製品の塩分含量の上限および下限)

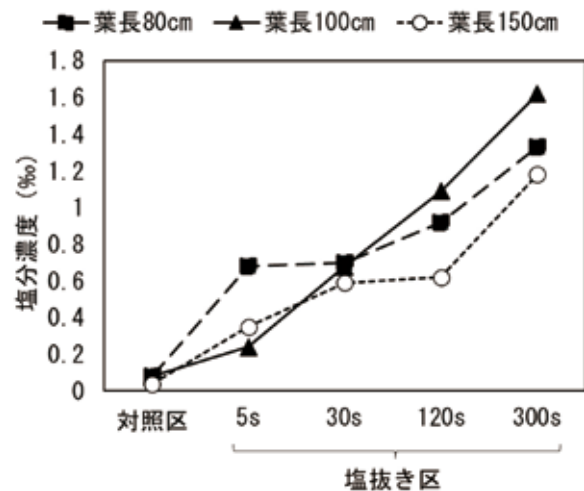


図 2. 塩抜き時間ごとの塩抜き水の塩分濃度

れた。なお、高評価製品生産者は、葉長が約 80 cm 以上の天然ワカメを原料として用いており、原藻のサイズが大きいほど塩抜き時間を長く設定していることから、今後は天然ワカメについても同様の加工条件が適用可能か検証を進めていきたい。

塩抜き時間ごとの塩分含量の減少量について、葉長 150 cm はそれ以外のサイズに比べて少ない傾向を示した (図 3)。このことから、葉長 150 cm の大型原藻は他のサイズより相対的に塩分が抜け

謝辞

本研究を行うにあたり、株式会社十六島大敷の皆様、島根県水産技術センター内水面浅海部浅海科の清川智之 主席研究員に試料採取のご協力をいただいた。厚く御礼申し上げます。

文献

- 1) 佐藤純一：改訂 3 版わかめ入門，日本食糧新聞社，東京，2015，pp. 39-53.
- 2) 中村 良：新・食品分析法（日本食品科学工学会新・食品分析法編集委員会編），光琳，東京，1996，pp. 156-160, 162-166.

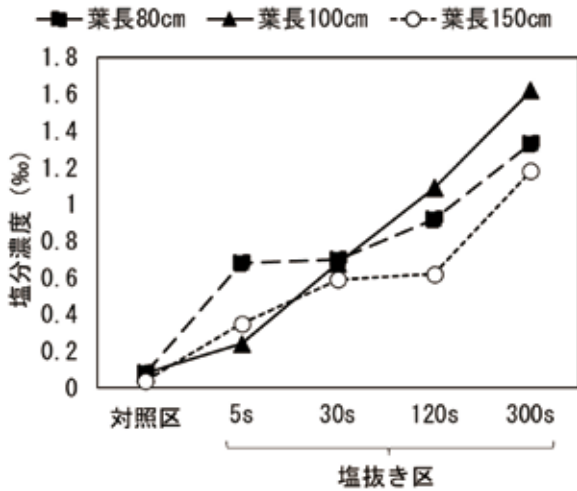


図 3. 塩抜き時間ごとの製品（葉）の塩分含量の減少量

にくいと考えられ、この傾向は高評価製品生産者が持つ感覚と一致していた。

カリウム含量 対照区製品のカリウム含量は、原藻のサイズが大きいものほど多く、塩分含量の結果とは逆の傾向を示した（図 4）。葉長 80 cm では明確な傾向が認められなかった一方で、葉長 100 cm 及び 150 cm では対照区製品に比べて塩抜き区製品のカリウム含量はいずれも高い値を示し、塩分含量とは逆の傾向を示した。このことから、葉長 100 cm～150cm の大型原藻では、塩抜きによりワカメ中の塩分ほかが増加することで、製品中の乾物重量あたりのカリウム含量が高くなる傾向があると考えられた。したがって、葉長 100 cm 以上の大型原藻を加工することで、カリウム含量の高い製品が製造できる可能性が考えられた。

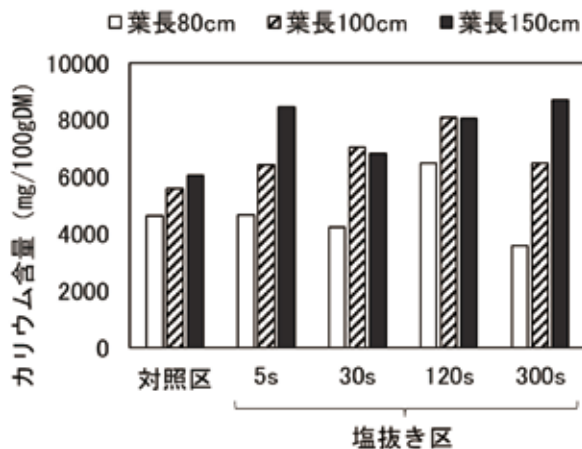


図 4. 製品（葉）のカリウム含量

本号掲載要旨

(報文)

島根県産マナマコの部位別成分および臭気に関する検討

岡本 満・松林和彦・寺谷俊紀・開内 洋

島根県産マナマコの品質を把握するため、アオ型、アカ型それぞれについて部位別の成分を調査するとともに、干しなまこの試作を行った。いずれの部位においても、干しなまこの試作を行った。いずれの部位においても、ATP 関連化合物はわずかで、体壁は遊離アミノ酸も少なかった。一方で、縦走筋、腸、アカ型の生殖巣には豊富な遊離アミノ酸が認められた。春季の生食用マナマコにおいて指摘される臭気については、3月や2月が12月に比べ揮発成分のクロマトピークが増大しており、12月から翌年2月、3月にかけて臭気が強くなることが示唆された。干しなまこの試作から、アオ型は干しなまこに、アカ型は生食により適していると考えられた。

島根県に水揚げされるイトヨリダイ類の混じりの実態

寺門弘悦・岡 俊秀

資源評価を行う上で対象種の漁獲量は重要な情報である。新たに対象種となったイトヨリダイの正確な漁獲量を把握するにあたり、2021~2023年に大田市場と浜田市場で水揚げ物における近縁種(ソコイトヨリ)の混じりの実態を調べた。大田市場の釣り・延縄では延べ16隻でソコイトヨリの混じりは見られず、小底では延べ5隻中1隻で混じり(混在割合0.39%)が見られた。浜田市場の沖底では延べ6ヶ統中2ヶ統で混じり(混在割合0.92%, 0.05%)が見られた。いずれも混在割合は低く、現状ではイトヨリダイの漁獲量把握に影響する程度ではないと考えられる。

(資料)

ケンサキイカ立縄釣(タル流し釣)漁業の操業方法について島根県と福岡県の比較調査

寺戸稔貴・川瀬翔馬・堀内正志

島根県におけるケンサキイカ立縄釣漁業の漁獲効率向上を目的に操業方法について島根県と立縄釣漁業の先進地である福岡県の比較調査を行った。本研究では主に漁具の構成、操業方法のうち漁具の投入、回収および再投入、撤収の内容と各作業に要した時間を調査した。島根県の漁具の使用個数は7個であり福岡県の19個の約4割だったものの各作業に要した時間は福岡

県の約2倍以上であり改善の余地があると考えられた。島根県でも福岡県と同様に軽量の漁具を使用、漁場の水深に応じて道糸の長さを調整、航行しながら漁具の投入ならびに再投入を行うことで作業性が改善され漁獲効率が向上すると期待された。

2023年と2024年の江の川におけるアユの産卵場造成と産卵状況

井口隆暉・寺門弘悦・福井克也・二本木俊二

江の川の天然アユ資源の回復を図るため、2023年と2024年にアユ産卵場の造成を行い、その後の産卵状況を調査した。造成場所は長良の瀬とし、2023年は10月27、28日に、2024年は10月23、25日に造成を行い、造成面積はそれぞれ3,008m²および2,578m²であった。産卵状況調査は両年とも11月中旬に江の川下流の6地点および支流・八戸川で行い、産卵面積の合計はそれぞれ6,723m²および266m²で、このうち造成を行った長良の瀬の産卵面積(利用率)はそれぞれ1,899m²(63%)および42m²(1.6%)であった。2024年の利用率の低さは、11月上旬の増水が影響したと考えられる。

高品質な絞りわかめの安定製造に向けた塩抜き技術の検討

吉村真理・細田 昇・石橋泰史

絞りわかめ加工における高品質化を検討した。淡水で洗浄・塩抜きした製品が好まれる傾向にあることから、高評価製品を参考として適切な塩抜き時間を原藻のサイズ別に明らかにした。また、高血圧予防の効果があるとされているカリウム含量について、洗浄・塩抜き工程における変化を調査した。葉長80cm、100cm及び150cmの養殖ワカメを絞りわかめに加工する場合、適切な塩抜き時間は5秒~30秒であることが示唆され、葉長150cmが小型と比較して塩分が抜けにくい傾向が認められた。また、葉長100cm以上では塩抜きによりワカメ中の塩分等が減少することで、カリウム含量が相対的に高くなる傾向があると考えられた。

他誌掲載論文の抄録

江の川養殖アユの香気成分分析

松林和彦・上野祐美・小林こずえ・田畑光正
石橋泰史・開内 洋

島根県産業技術センター研究報告, 60, 28–29 (2024)

江の川養殖アユのブランド化に向けた基礎データ取得を目的として、香気成分を分析し、江の川天然アユおよび他県産養殖アユとの比較を行った。江の川養殖アユ、天然アユ、3 県の他県産養殖アユ計 5 種類（各 5 尾）を試料とし、ガスクロマトグラフ質量分析装置（GC-MS）を用いて SPME 抽出法により香気成分を分析した。その結果、江の川養殖アユはメロン・スイカ様の香りの化合物である 3,6-ノナジエノールをより多く含むことが示された。官能評価においても江の川養殖アユはメロンやスイカ様の香りにより差別化できることが確認された。今後、栄養成分や呈味成分の分析結果と組み合わせた包括的なブランド力強化が期待される。

日本海西部産アカムツの耳石情報による体長・体重推定における最適測定部位の定量的探索（英文）

田中空太・加藤美緒・金元保之・金岩 稔

Fisheries Science, 90, 369–377 (2024)

耳石と体長の関係に基づく過去の個体成長を推定するバックカリキュレーション法において、測定部位による精度変動の研究は限られている。日本海のアカムツ漁業では稚魚の有効利用が課題であり、個体群密度と成長速度の関係調査が必要である。本研究はアカムツの耳石の長さ、重量、面積から体長・体重を推定し、各測定部位の性能を評価する定量的プロトコルを提供した。その結果、耳石の重量や面積を用いたモデルが長さを用いたモデルより正確で、推定誤差は 0.7% 未満であった。バックカリキュレーション実行時には、最良モデルの探索と推定精度の定量的検証が重要である。

環境 DNA を用いた仔アユ流下量把握に関する基礎的検討

平田真二・滝澤将弥・井口隆暉・丸山啓太
岡田経太・中尾遼平・赤松良久

河川技術論文集, 30, 17–22 (2024)

仔アユ流下量推定における環境 DNA 分析の有効性を検証した。環境 DNA は、孵化前の卵からは検出されず、卵膜を破いた卵からは高濃度が検出された。仔アユからは環境 DNA が検出され、容器への仔アユ投入

数と高い相関を示した。一方で、現地で観測した仔アユ流下数と環境 DNA 濃度に相関は見られず、流下密度から推定される孵化卵及び仔アユ由来の環境 DNA の占める割合は小さかった。以上より、仔アユ以外の環境 DNA 発生源により産卵場直下での環境 DNA 濃度からの流下量推定は困難であることが示唆された。ただし、流下仔アユが放出する環境 DNA のみを考慮できる条件であれば、環境 DNA 濃度と仔アユ流下量が相関する可能性がある。

江の川河口内におけるアユ仔魚の分布と生息環境との関係

寺門弘悦・高橋勇夫・曾田一志
安木 茂・沖野 晃

水産増殖, 72 (3・4), 163–175 (2024)

2013～2015 年の 3 年間、江の川河口内のアユ仔魚の分布様式を調べ、成長と生息環境との関係を検討した。河口内の表層で 367 尾、底層で 454 尾の仔魚が採集され、このうち体長 7.8 mm 以下のものが 97% を占め、両層に分布した。表層に分布した仔魚は沿岸海域に分散するが、一部は再び河口内に運ばれると考えられる。底層に残留した仔魚は、卵黄吸収後、成長する個体がわずかながらいる一方で、体長が収縮し飢餓状態に陥った個体も多く観察され、飢餓などにより多くが死滅するものと推測される。アユ仔魚が分布する河口内底層は、高塩分・高水温の海水であり、餌料生物密度の変動が大きく、仔魚の成長に不利な環境だと考えられる。

2023～2024 年の東シナ海周辺で大型まき網により漁獲されたマアジの粗脂肪含量の変動

谷津明彦・本田 修・山崎吉明・石橋泰史
JAFIC テクニカルレビュー, No.6, 10–16 (2025)

2023～2024 年におけるマアジ対馬暖流系群の粗脂肪含量に対する漁獲日（時期）・尾叉長・年・海域の影響を明らかにした。漁獲日と尾叉長を平滑化関数として独立または同時に考慮した場合について、それぞれ年と海域の効果を考慮した一般化加法モデル(GAM)を適用し、AIC によりモデル選択を行った。その結果、漁獲日と尾叉長を同時に考慮したモデルがやや優れており、年初から脂肪量が増加し、4～6 月のピークを経て減少する一方、小型個体ほど脂肪量が多い傾向にあった。また、年と海域の効果があるモデルより、海域の効果のみのモデルがわずかに優れていた。後者による海

域別の脂肪量は高い順に対馬，東海，九州西沖であった。

2023～2024年の東シナ海周辺で大型まき網により漁獲されたマサバの粗脂肪含量の変動

谷津明彦・本田 修・山崎吉明・石橋泰史

JAFIC テクニカルレビュー, No.6, 17-23 (2025)

2023～2024年におけるマサバ対馬暖流系群の粗脂肪含量に対する漁獲日(時期)・尾叉長・年・海域の影響を明らかにした。漁獲日と尾叉長を平滑化関数として独立または同時に考慮した場合について，年と海域の効果を考慮した一般化加法モデル(GAM)を適用し，AICによりモデル選択を行った。その結果，漁獲日と尾叉長を同時に考慮したモデルが優れており，尾叉長350 mm 付近を境として大小によって脂肪量の傾向に違いが認められた。しかし，2024年の対馬と九州西沖海域では季節変動が小さかった。また，年と海域の効果が認められ，脂肪量は2024年が2023年より少なく，東海が最高，対馬が最低，九州西沖が中間であった。

編集委員長

道根 淳

編集委員

内田 浩・沖野 晃

事務局

岡本 満

島根県水産技術センター研究報告 第17号

2026年（令和8年）3月発行

● 編集・発行

島根県水産技術センター研究報告編集委員会

〒697-0051 島根県浜田市瀬戸ヶ島町 25-1

TEL 0855-22-1720 FAX 0855-23-2079

● 印刷

柏村印刷株式会社

〒697-0034 島根県浜田市相生町 3889

TEL 0855-23-2040 FAX 0855-22-3274

REPORT
OF
SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES
TECHNOLOGY CENTER
NO. 17

CONTENTS

Originals

Components and smell of different parts of the Japanese sea cucumber *Apostichopus japonicus*
caught off Shimane Prefecture
.....Mitsuru OKAMOTO, Kazuhiko MATSUBAYASHI, Toshiki TERATANI and Hiroshi HIRAKIUCHI 1

Actual status of the confusion of the yellowbelly threadfin bream *Nemipterus bathybius*
with the golden threadfin bream *N. virgatus* in fish landings in Shimane Prefecture, western Japan
.....Hiroyoshi TERAOKA and Toshihide OKA 11

Notes

Comparative survey on the operating method of drift fishing the sword tip squid in Shimane and Fukuoka prefectures
.....Toshiki TERAKADO, Shoma KAWASE and Masashi HORIUCHI 21

Maintenance of spawning ground and spawning status of ayu *Plecoglossus altivelis altivelis*
in the Gonokawa River (2023 – 2024)
.....Ryuki IGUCHI, Hiroyoshi TERAOKA, Katsuya FUKUI and Syunji NIHONGI 35

Desalination technology for stable production of high-quality dried Wakame Seaweed
.....Mari YOSHIMURA, Noboru HOSODA and Taishi ISHIBASHI 47