

大分県姫島周辺海域におけるキジハタの年齢，成熟および成長

崎山和昭，和田宗一郎*^a，濱田真悠子*^b

大分県農林水産研究指導センター水産研究部 北部水産グループ

Age, Maturation and Growth of the Redspotted Grouper *Epinephelus akaara* around Himeshima Island, Oita Prefecture

KAZUAKI SAKIYAMA, SOICHIRO WADA AND MAYUKO HAMADA

Northern Fisheries Group, Fisheries Research Division

Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

キーワード：キジハタ，成熟，成長，年齢，姫島

キジハタ *Epinephelus akaara* は，津軽海峡，青森県から九州南岸にかけての日本海・東シナ海沿岸，瀬戸内海，相模湾から九州南岸にかけての太平洋沿岸に分布する高級魚である。^{1,2)} 瀬戸内海西部に位置する大分県東国東郡姫島村（以下，「姫島」という）の周辺海域（図1）において，主に釣り，刺網で漁獲されるキジハタは，高値で取引されることから地元漁業者の貴重な収入源となっている。また，大分県をはじめ西日本を中心に各地で種苗放流による資源増殖の取組が盛んに行われている。³⁾ 定着性が強いとされる^{4,6)} キジハタを将来に渡って安定的に漁獲していくためには，地先単位での資源管理の実践が効果的であると考えられる。他海域では，資源管理方針を検討する上で重要となるキジハタの成熟や成長等の生態的な知見が得られているが，⁶⁻¹¹⁾ 大分県海域においては産卵期に関する知見¹²⁾ の他は，ほとんど報告されていない。また，姫島地先では人工種苗キジハタの放流が行われているが，¹³⁾ 放流魚の成長についても明らかにされていない。

そこで，本研究では姫島周辺海域で漁獲されたキジハタについて，生殖腺熟度指数（GSI）を算出し，成熟年齢を確認した。さらに，放流後の成長を把握するため，キジハタの天然魚と放流魚それぞれについて耳石の年齢査定を行い，年齢と全長の関係を明らかにした。

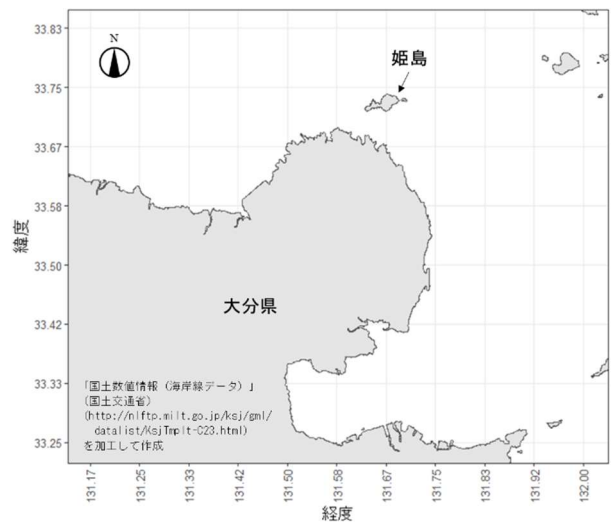


図1 大分県東国東郡姫島村

材料と方法

2015年5月～2021年10月に大分県漁業協同組合姫島支店の集荷場に水揚げされたキジハタ天然魚149尾と放流魚95尾を合わせた計244尾（表1）について，全長（TL：1mm単位），体重（BW：0.1g単位），生殖腺重量（GW：0.01g単位）を測定した。姫島周辺海域で漁獲されるキジハタには腹鰭除去標識が施された放流魚が含まれているため，¹³⁾ 標識の有無

*^a 大分県農林水産研究指導センター 水産研究部

*^b 大分県農林水産部 水産振興課

を確認し、放流魚と天然魚を区別した。なお、2011～2021年までの人工種苗の放流実績を表2に示す。

雌雄の判別は、生殖腺を肉眼観察で行った。しかしながら、本種は雌から雄へと性転換する雌性先熟型の生殖様式とされることから、肉眼で雌雄判別を行った場合、生殖腺が発達していない時期には性別を誤判定する可能性がある。¹⁴⁾ そのため、瀬戸内海において生殖腺が発達する7～8月^{12,14)}の測定データを用いて、生殖腺熟度指数 ($GSI = GW / BW \times 100$) を算出した。

次に、キジハタの年齢を確認するため、頭部から摘出し、乾燥保存していた耳石をポリエチレン樹脂（冷間埋込樹脂、丸本ストルアス社製）で包埋し、低速切断機（マイクロカッター MC-201, マルトー社製）で厚さ約300 μ mの横断切片を作成した。その横断切片を耐水研磨紙（#800, #2000, #6000）で耳石の核が視認できるまで研磨し、ステッキワックスでスライドガラスに貼り付け、光学顕微鏡の透過光下で輪紋数を計数した（図2）。輪紋の計数が可能であった232尾について、耳石外縁部に形成される透明帯および不透明帯の出現状況を確認し、不透明帯の月別出現割合を算出した。耳石の輪紋数から年齢査定後、Microsoft Excel のソルバーを用いて非線形最小二乗法によりパラメーター（係数）を算出し、¹⁵⁾ von Bertalanffy の成長式 $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ (t は年齢, L_t は t 歳時の全長 (mm), L_{∞} , k , t_0 は係数) により年齢-全長関係式を求めた。

さらに、相対成長式 $W = aL^b$ (W は体重 (g), L は全長 (mm), a , b は定数) により全長-体重関係式を求めた。

表1 年別月別の標本数

年	月	天然魚 (n=149)			放流魚 (n=95)			計
		雄	雌	不明	雄	雌	不明	
2015	5	0	0	0	0	0	0	1
	7	0	4	0	0	0	0	4
	8	1	13	1	0	0	0	15
	9	0	0	11	0	0	0	11
	10	0	0	32	0	0	0	32
	11	0	0	19	0	0	21	40
2016	12	0	0	2	0	0	26	28
	3	0	0	1	0	0	1	2
	4	0	0	7	0	0	1	8
2017	5	0	0	8	0	0	5	13
	6	0	0	5	0	0	1	6
	7	3	10	1	0	4	0	18
	9	0	0	0	0	0	1	1
	11	0	0	0	0	0	2	2
	12	0	0	2	0	0	15	17
2018	7	0	1	0	0	2	0	3
2019	5	0	0	0	0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0	5	5
2020	6	0	0	0	0	0	2	2
	11	0	0	0	0	0	2	2
	12	0	0	0	0	0	1	1
2021	7	0	0	0	2	1	0	3
2021	10	0	0	28	0	0	1	29
計		4	28	117	2	7	86	244

表2 姫島地先における人工種苗の放流実績

放流年	放流日	放流時全長(mm)	腹鰭抜去	放流場所	放流尾数(尾)
2011	11月10日	92.2	右	北浦	7,400
2012	10月22日	85	左	北浦	9,200
2013	10月3日	87.1	右	北浦	10,000
2014	10月23日	84.1	左	姫島港	10,000
2015	11月16日	71	右	姫島港船上魚礁区 姫島港船上	5,000
	同上	同上	左		5,000
2016	12月1日	83.6	右	姫島港魚礁区 姫島港対照区	5,000
	同上	同上	左		5,000
2017	11月16日	83.7	右	姫島港魚礁区 姫島港対照区	5,000
	同上	同上	左		5,000
2018	12月7日	93.7	左	大海港	10,000
2019	10月10日	84.8	左	大海港	1,216
2020	9月18日	71.1	右	大海港	1,760
2021	10月7日	85.6	左	西浦	3,000
2022	10月19日	82.4	右	西浦	2,973

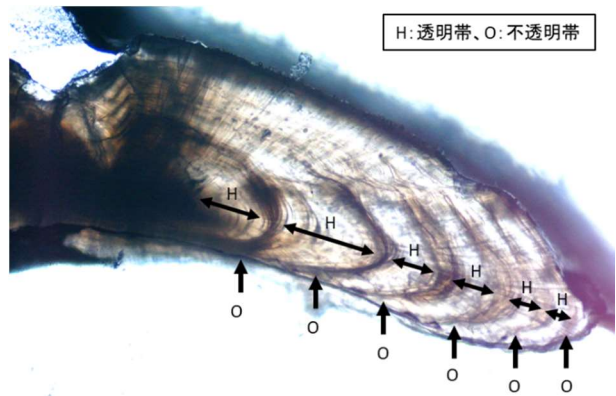


図2 キジハタの耳石横断切片
(2021年10月14日採集, 全長355mm, 満6歳)

結果

耳石外縁部の不透明帯の形成時期 耳石外縁部の不透明帯および透明帯の月別出現割合を図3に示す。不透明帯は、5～10月の間に出現した。不透明帯の出現割合は、5月が42.9%、6月が69.2%、7月が92.9%、8月が27.3%、9月が16.7%、10月が3.4%であり、7月に最大となった。本研究では、1～2月の標本データはないが（表1）、この両月の前後にあたる12月および3月には耳石外縁部に不透明帯は確認されなかった。これらのことから、姫島周辺海域に生息するキジハタの耳石は、不透明帯が年に1回形成される年周輪であることが示唆された。

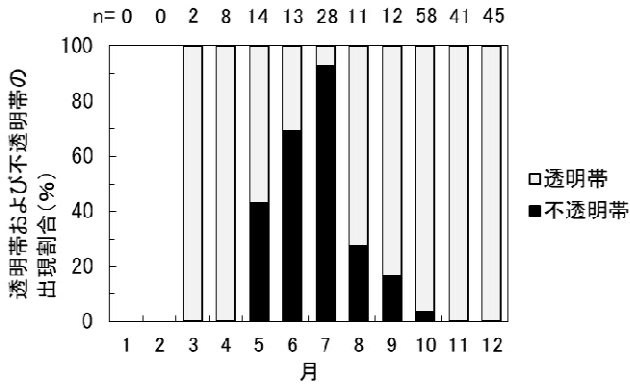


図3 耳石外縁部の不透明帯および透明帯の月別出現割合

成熟時期, 成熟サイズ, 成熟年齢 7~8月の雌雄別のGSIを図4に示す。雄は、7月が0.41~0.63 (n=5), 8月が0.66 (n=1)であり、全て1未満であった。一方雌は、7月が0.21~10.54 (n=22), 8月が0.14~5.69 (n=13)であり、両月ともGSIが2を超える個体が出現した。

次に、雌雄別の全長とGSIの関係を図5、雌雄別の年齢とGSIの関係を図6に示す。雌では、GSIが2以上となる最小サイズは全長257mmで、最低年齢は3歳であった。一方、確認できた雄の最小サイズは全長417mmで、最低年齢は7歳であった。

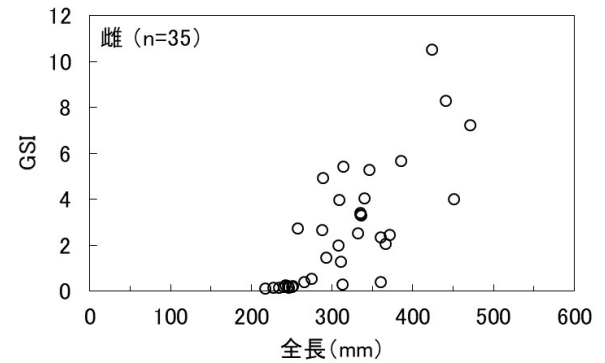
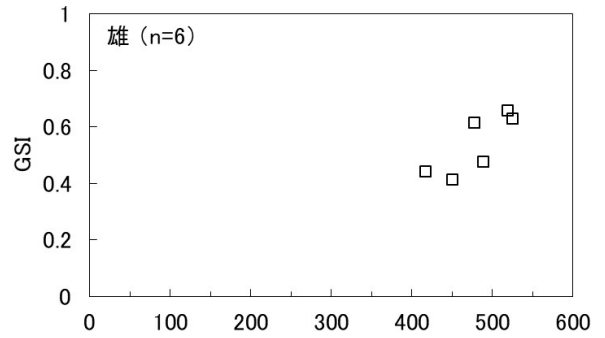


図5 7~8月における雌雄別の全長とGSIの関係

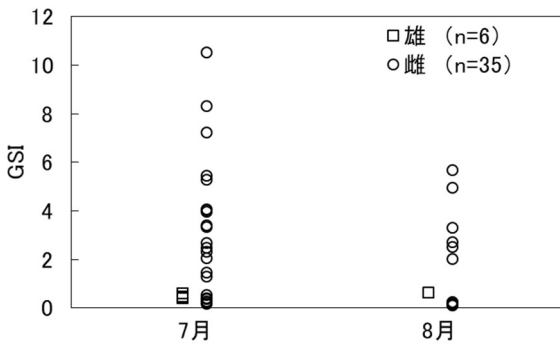


図4 7~8月における雌雄別のGSI

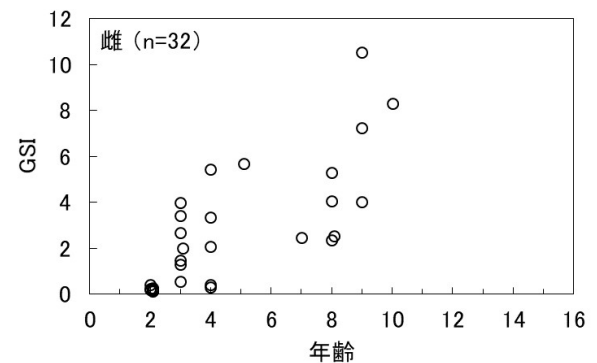
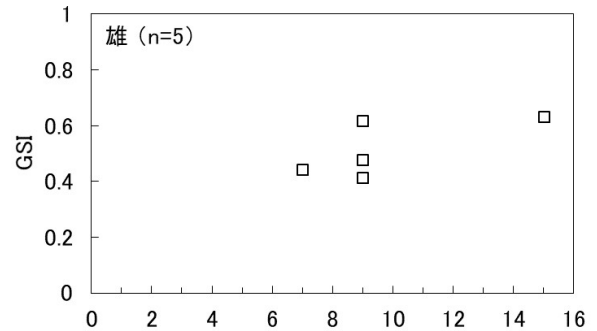


図6 7~8月における雌雄別の年齢とGSIの関係
ただし、年齢査定ができた個体だけを用いた

耳石の年齢査定から推定した成長（年齢-全長関係） 当海域におけるキジハタの産卵盛期は7月とされているため、¹²⁾7月を起算月とし、年齢と全長の関係式を求めた。当海域における本種の年齢と全長の関係を図7に示す。

なお、付表1~4に本研究に供した標本の測定結果を示した。また、付表5に本研究で年齢査定を行った232尾について、20mm刻みの全長区分ごとに、1~10歳以上（10歳以上は10+として集計）のAge-Length keyを作成した。

天然：Lt = 536.8 [1 - e {-0.154 (t + 2.042)}]
(n = 141, r = 0.853)

放流：Lt = 598.2 [1 - e {-0.114 (t + 2.764)}]
(n = 91, r = 0.882)

全個体：Lt = 536.5 [1 - e {-0.155 (t + 2.045)}]
(n = 232, r = 0.857)

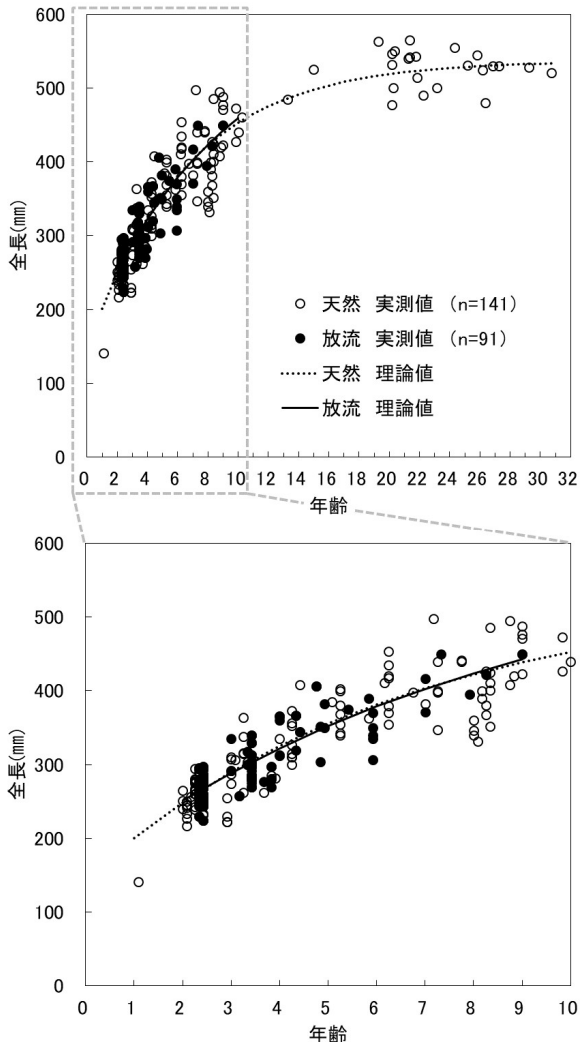


図7 年齢と全長の関係

全長-体重関係 全長と体重の関係を図8に示す。関係式は次式で表すことができた。

$$W = 1.26 \times 10^{-5} L^{3.04} \quad (n = 244, r = 0.919)$$

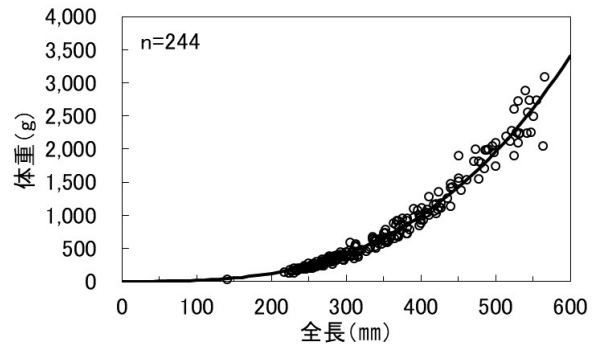


図8 全長と体重の関係

考 察

山本・小林は「生殖腺を組織学的に観察した結果、GSIが2で成熟の基準になる」としている。¹⁴⁾本研究では、7~8月にGSIが2以上の雌個体が認められ、7月は8月に比べて高い傾向にあった(図4)。また、1998~1999年に同海域で行われた調査では、6~10月にかけて産卵が行われ、7月が産卵盛期であると報告されており、¹²⁾姫島周辺海域では7月を中心とした夏季に産卵が行われると考えられる。

本研究において成熟基準に達した雌の最小サイズ及び最低年齢は、それぞれ全長257mm、3歳であった(図5、図6)。姫島周辺海域における過去の調査(1998~1999年)では、雌の成熟年齢は明らかにされていないが、成熟サイズは全長250mm前後であると報告されており、¹²⁾今回も同様の傾向を示した。

他海域における雌の成熟年齢は、瀬戸内海中部では満2歳、⁷⁾福岡県周防灘では1歳から一部成熟する可能性が示唆されている。¹⁰⁾このため、本研究では他海域に比べて成熟年齢がやや高い結果となった。しかしながら、本研究では7~8月の雌のサンプル数が35個体と少ないため、姫島周辺海域に生息するキジハタの一部が2歳以下で成熟している可能性は否定できない。

天然魚と放流魚の成長曲線を見ると(図7)、両者の成長曲線はほぼ一致しており、2~9歳の放流個体は天然魚とほぼ同等に成長していることが確認された。また、本研究で得られたキジハタの成長を他海域と比較すると(図9)、^{6,8-11)}比較的成長の良い岡山県真鍋島(備讃瀬戸)と同程度であることが明らかとなった。

本研究では、姫島周辺海域におけるキジハタの成熟サイズ、成熟年齢および成長について検討し、キジハタの資源管理を行う上で重要な生態的知見を得ることができた。しかしながら、成熟時期(7~8月)のサンプル数が少ないため、より高

度な資源管理を行うためには、産卵期を把握するためのデータを蓄積する必要がある。また、本研究によって姫島周辺海域では放流した個体が天然で発生した個体と遜色なく成長していることを確認できた。今後は、これまでに放流された本種の回収率や費用対効果を明らかにすることで人工種苗の放流効果を把握し、種苗放流による資源添加効果を検証する必要がある。

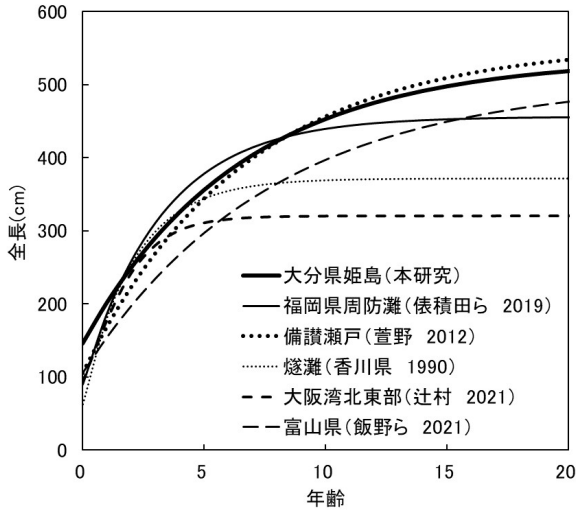


図9 各海域におけるキジハタの成長

大阪湾北東部はRichardsの式，その他はvon Bertalanffyの式で推定

謝 辞

本研究は、国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所（旧瀬戸内海区水産研究所）との共同研究「地域振興のための資源培養技術の高度化」で実施した。関係者に感謝申し上げます。また、標本購入調査にあたり御尽力頂いた大分県漁業協同組合姫島支店の谷 勇氏に深謝する。さらに、標本の測定補助に御協力頂いた当グループ会計年度任用職員の土谷園子氏，本田留美氏に感謝申し上げます。

引用文献

1) 瀬能 宏. キジハタ. 「日本産魚類検索 全種の同定 第三版 I」(中坊徹次編) 東海大学出版会, 神奈川. 2013; 788.

- 2) 阿部宗明, 本間昭郎. キジハタ. 「現代おさかな事典 漁場から食卓まで」(山本保彦編) エヌ・ディー・エス, 東京. 1997; 538-539.
- 3) 令和元年度栽培漁業用種苗等の生産・入手・放流実績 (全国). 全国豊かな海づくり推進協会, 東京. 2021; 72.
- 4) 香川県水産試験場. キジハタ. 平成9年度地域特産種量産放流技術開発事業 魚類・甲殻類グループ 総合報告書 1998; 香1-香57.
- 5) 徳丸泰久, 井本有治. 新魚種資源管理化推進事業 (キジハタ). 平成16年度大分県海洋水産研究センター事業報告 2005; 271-279.
- 6) 辻村浩隆. 大阪湾北東部の人工護岸海域に放流したキジハタの移動と成長. 水産技術 2021; 14(1): 1-6.
- 7) 岡山県水産試験場. キジハタ. 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業 魚類・甲殻類グループ 総合報告書 1990; 岡1-岡46.
- 8) 香川県水産試験場. キジハタ. 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業 魚類・甲殻類グループ 総合報告書 1990; 香1-香40.
- 9) 萱野泰久. 岡山県備讃瀬戸海域におけるキジハタの漁獲実態と資源特性. 岡山県農林水産総合センター水産研究所研究報告 2012; 27: 12-16.
- 10) 俵積田貴彦, 野副 滉, 黒川皓平. 福岡県豊前海におけるキジハタの成熟, 成長及び年齢. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2019; 29: 25-31.
- 11) 飯野浩太郎, 町 敬介, 福西悠一, 八木佑太, 上原伸二. 耳石横断薄層切片を用いて解析した富山県産キジハタの年齢と成長. 水産増殖 2021; 69(1): 113-116.
- 12) 大分県海洋水産研究センター浅海研究所. キジハタ. 平成14年度資源増大技術開発事業報告書 地域型中・底層性種グループ (魚類B) 2003; 大分1-大分34.
- 13) 崎山和昭. 栽培対象魚種の放流効果調査ー3キジハタ. 令和2年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 2021; 124-125.
- 14) 山本昌幸, 小林靖尚. 瀬戸内海中央部におけるキジハタ *Epinephelus akaara* の産卵期と肉眼的観察による性判別の信頼性. 水産増殖 2017; 65(2): 165-169.
- 15) 五利江重昭. MS-Excelを用いた成長式のパラメータ推定. 水産増殖 2001; 49(4): 519-527.

付表1 本研究に供した標本の測定結果（その1）

No.	年	月	全長 (mm)	体重 (g)	性別	生殖腺重量*1 (g)	生殖腺熟度指数*1 (GSI)	標識の有無*2	天然魚 or 放流魚	耳石不透明帯数*3
1	2015	5	351	617.3	不明			有	放流魚	
2	2015	7	287	396.2	♀	10.67	2.69		天然魚	3
3	2015	7	265	269.5	♀	1.10	0.41		天然魚	2
4	2015	7	251	230.2	♀	0.57	0.25		天然魚	2
5	2015	7	240	184.2	♀	0.38	0.21		天然魚	2
6	2015	8	141	35.9	♀				天然魚	1
7	2015	8	227	153.4	♀	0.27	0.18		天然魚	2
8	2015	8	257	275.8	♀	7.56	2.74		天然魚	
9	2015	8	288	384.3	♀	19.07	4.96		天然魚	
10	2015	8	519	2,121.0	♂	14.02	0.66		天然魚	
11	2015	8	336	618.7	♀	20.51	3.32		天然魚	
12	2015	8	217	143.9	♀	0.20	0.14		天然魚	2
13	2015	8	385	781.6	♀	44.48	5.69		天然魚	5
14	2015	8	242	200.1	♀	0.54	0.27		天然魚	2
15	2015	8	250	201.5	♀	0.39	0.19		天然魚	2
16	2015	8	307	380.1	♀	7.69	2.02		天然魚	3
17	2015	8	332	513.2	♀	13.06	2.54		天然魚	8
18	2015	8	246	213.0	♀	0.35	0.16		天然魚	2
19	2015	8	245	219.0	♀	0.54	0.25		天然魚	2
20	2015	8	234	160.9	♀	0.25	0.16		天然魚	2
21	2015	9	498	1,953.0	不明				天然魚	7
22	2015	9	477	1,548.0	不明				天然魚	20
23	2015	9	400	989.1	不明				天然魚	8
24	2015	9	411	1,285.9	不明				天然魚	6
25	2015	9	524	1,898.1	不明				天然魚	26
26	2015	9	500	2,099.4	不明				天然魚	23
27	2015	9	547	2,246.9	不明				天然魚	20
28	2015	9	531	2,228.8	不明				天然魚	25
29	2015	9	532	2,244.7	不明				天然魚	20
30	2015	9	257	219.4	不明				天然魚	2
31	2015	9	390	963.4	不明				天然魚	8
32	2015	10	265	269.3	不明				天然魚	2
33	2015	10	540	2,882.4	不明				天然魚	21
34	2015	10	563	2,041.0	不明				天然魚	19
35	2015	10	398	843.0	不明				天然魚	7
36	2015	10	243	191.5	不明				天然魚	2
37	2015	10	280	331.6	不明				天然魚	
38	2015	10	280	377.3	不明				天然魚	2
39	2015	10	461	1,541.3	不明				天然魚	10
40	2015	10	277	341.4	不明				天然魚	2
41	2015	10	347	567.7	不明				天然魚	7
42	2015	10	275	306.7	不明				天然魚	2
43	2015	10	260	234.4	不明				天然魚	2
44	2015	10	265	261.7	不明				天然魚	2
45	2015	10	260	222.3	不明				天然魚	2
46	2015	10	239	195.8	不明				天然魚	2
47	2015	10	295	367.6	不明				天然魚	2
48	2015	10	500	1,740.6	不明				天然魚	20
49	2015	10	262	264.8	不明				天然魚	3
50	2015	10	275	292.7	不明				天然魚	2
51	2015	10	280	343.9	不明				天然魚	
52	2015	10	278	328.1	不明				天然魚	2
53	2015	10	310	352.8	不明				天然魚	4
54	2015	10	277	388.4	不明				天然魚	2
55	2015	10	281	357.0	不明				天然魚	2
56	2015	10	273	296.3	不明				天然魚	
57	2015	10	381	822.8	不明				天然魚	8
58	2015	10	427	1,111.7	不明				天然魚	8
59	2015	10	490	1,995.9	不明				天然魚	22
60	2015	10	368	705.0	不明				天然魚	8

*1 性別不明の時は、生殖腺重量・生殖腺熟度指数は空欄とした。

*2 標識がない時は、空欄とした。

*3 耳石不透明帯数が不明の時は、空欄とした。

付表2 本研究に供した標本の測定結果（その2）

No.	年	月	全長 (mm)	体重 (g)	性別	生殖腺重量*1 (g)	生殖腺熟度指数*1 (GSI)	標識の有無*2	天然魚 or 放流魚	耳石不透明帯数*3
61	2015	10	315.0	439.7	不明				天然魚	3
62	2015	10	268.0	307.6	不明				天然魚	2
63	2015	10	355.0	619.0	不明				天然魚	5
64	2015	11	480.0	1,797.4	不明				天然魚	26
65	2015	11	411.0	1,003.9	不明				天然魚	8
66	2015	11	486.0	1,981.0	不明				天然魚	8
67	2015	11	542.0	2,239.1	不明				天然魚	21
68	2015	11	550.0	2,495.8	不明				天然魚	20
69	2015	11	367.0	914.0	不明			有	放流魚	4
70	2015	11	275.0	300.6	不明				天然魚	2
71	2015	11	295.0	368.8	不明				天然魚	2
72	2015	11	250.0	229.2	不明				天然魚	2
73	2015	11	267.0	275.8	不明			有	放流魚	2
74	2015	11	277.0	351.5	不明				天然魚	2
75	2015	11	272.0	309.5	不明				天然魚	2
76	2015	11	277.0	327.0	不明				天然魚	2
77	2015	11	290.0	398.4	不明				天然魚	2
78	2015	11	265.0	248.1	不明			有	放流魚	2
79	2015	11	280.0	327.4	不明			有	放流魚	
80	2015	11	280.0	352.6	不明			有	放流魚	2
81	2015	11	295.0	368.0	不明			有	放流魚	2
82	2015	11	300.0	371.2	不明			有	放流魚	3
83	2015	11	265.0	250.1	不明			有	放流魚	2
84	2015	11	235.0	200.7	不明			有	放流魚	
85	2015	11	270.0	292.8	不明			有	放流魚	2
86	2015	11	275.0	309.6	不明			有	放流魚	2
87	2015	11	230.0	200.4	不明			有	放流魚	2
88	2015	11	555.0	2,734.2	不明				天然魚	24
89	2015	11	270.0	269.5	不明			有	放流魚	2
90	2015	11	425.0	1,120.4	不明				天然魚	8
91	2015	11	304.0	473.4	不明				天然魚	3
92	2015	11	244.0	227.4	不明			有	放流魚	2
93	2015	11	268.0	330.5	不明				天然魚	
94	2015	11	352.0	740.9	不明				天然魚	8
95	2015	11	565.0	3,091.0	不明				天然魚	21
96	2015	11	401.0	1,107.6	不明				天然魚	8
97	2015	11	255.0	232.2	不明			有	放流魚	2
98	2015	11	259.0	252.1	不明			有	放流魚	2
99	2015	11	296.0	330.0	不明			有	放流魚	2
100	2015	11	247.0	216.8	不明			有	放流魚	2
101	2015	11	270.0	299.2	不明			有	放流魚	2
102	2015	11	255.0	258.2	不明			有	放流魚	2
103	2015	11	318.0	467.8	不明			有	放流魚	3
104	2015	12	297.0	327.7	不明			有	放流魚	3
105	2015	12	408.0	1,042.0	不明				天然魚	4
106	2015	12	270.0	286.8	不明			有	放流魚	2
107	2015	12	270.0	291.5	不明			有	放流魚	2
108	2015	12	340.0	614.2	不明			有	放流魚	3
109	2015	12	285.0	333.0	不明			有	放流魚	2
110	2015	12	270.0	288.0	不明			有	放流魚	3
111	2015	12	250.0	200.1	不明			有	放流魚	2
112	2015	12	276.0	309.2	不明			有	放流魚	2
113	2015	12	270.0	292.9	不明			有	放流魚	2
114	2015	12	330.0	495.2	不明			有	放流魚	3
115	2015	12	294.0	392.6	不明			有	放流魚	2
116	2015	12	297.0	327.5	不明			有	放流魚	2
117	2015	12	249.0	272.1	不明			有	放流魚	2
118	2015	12	268.0	232.8	不明			有	放流魚	2
119	2015	12	246.0	192.4	不明				天然魚	2
120	2015	12	275.0	320.0	不明			有	放流魚	2

*1 性別不明の時は、生殖腺重量・生殖腺熟度指数は空欄とした。

*2 標識がない時は、空欄とした。

*3 耳石不透明帯数が不明の時は、空欄とした。

付表3 本研究に供した標本の測定結果（その3）

No.	年	月	全長 (mm)	体重 (g)	性別	生殖腺重量*1 (g)	生殖腺熟度指数*1 (GSI)	標識の有無*2	天然魚 or 放流魚	耳石不透明帯数*3
121	2015	12	270.0	287.6	不明			有	放流魚	2
122	2015	12	254.0	248.2	不明			有	放流魚	2
123	2015	12	285.0	305.3	不明			有	放流魚	2
124	2015	12	275.0	332.2	不明			有	放流魚	2
125	2015	12	345.0	624.5	不明			有	放流魚	4
126	2015	12	280.0	302.8	不明			有	放流魚	2
127	2015	12	281.0	307.7	不明			有	放流魚	2
128	2015	12	260.0	302.5	不明			有	放流魚	2
129	2015	12	274.0	304.2	不明			有	放流魚	2
130	2015	12	287.0	317.9	不明			有	放流魚	2
131	2015	12	224.0	175.7	不明			有	放流魚	2
132	2016	4	440.0	1,418.9	不明				天然魚	7
133	2016	4	495.0	2,051.5	不明				天然魚	8
134	2016	4	406.0	1,042.8	不明			有	放流魚	4
135	2016	4	408.0	1,084.2	不明				天然魚	8
136	2016	4	521.0	2,281.6	不明				天然魚	30
137	2016	4	543.0	2,560.7	不明				天然魚	21
138	2016	4	442.0	1,424.6	不明				天然魚	7
139	2016	4	398.0	1,006.0	不明				天然魚	6
140	2016	5	427.0	1,182.9	不明				天然魚	9
141	2016	5	363.0	884.3	不明				天然魚	5
142	2016	5	473.0	1,996.0	不明				天然魚	9
143	2016	5	514.0	2,192.4	不明				天然魚	21
144	2016	5	420.0	1,176.8	不明				天然魚	8
145	2016	5	545.0	2,734.3	不明				天然魚	25
146	2016	5	285.0	319.7	不明				天然魚	3
147	2016	5	530.0	2,732.0	不明				天然魚	26
148	2016	5	297.0	373.7	不明			有	放流魚	3
149	2016	5	281.0	301.8	不明			有	放流魚	3
150	2016	7	366.0	856.7	♀	17.78	2.08	有	放流魚	4
151	2016	7	471.0	1,818.8	♀	132.07	7.26		天然魚	9
152	2016	7	340.0	640.5	♀	26.04	4.07		天然魚	8
153	2016	7	310.0	452.8	♀	5.91	1.31		天然魚	3
154	2016	7	360.0	690.0	♀	16.19	2.35		天然魚	8
155	2016	7	346.0	653.0	♀	34.66	5.31		天然魚	8
156	2016	7	274.0	322.2	♀	1.76	0.55		天然魚	3
157	2016	7	382.0	922.1	不明				天然魚	7
158	2016	7	440.0	1,475.0	♀	122.76	8.32		天然魚	10
159	2016	7	477.0	1,821.8	♂	11.25	0.62		天然魚	9
160	2016	7	525.0	2,603.9	♂	16.47	0.63		天然魚	15
161	2016	7	450.0	1,562.4	♀	63.17	4.04		天然魚	9
162	2016	7	308.0	458.8	♀	18.34	4.00		天然魚	3
163	2016	7	488.0	1,982.0	♂	9.47	0.48		天然魚	9
164	2016	7	292.0	438.6	♀	6.47	1.48	有	放流魚	3
165	2016	7	423.0	1,353.6	♀	142.66	10.54		天然魚	9
166	2016	9	258.0	257.4	不明			有	放流魚	3
167	2016	11	264.0	280.2	不明			有	放流魚	2
168	2016	11	246.0	199.0	不明			有	放流魚	2
169	2016	12	256.0	258.0	不明			有	放流魚	2
170	2016	12	244.0	204.1	不明			有	放流魚	2
171	2016	12	232.0	174.1	不明				天然魚	2
172	2016	12	300.0	440.3	不明			有	放流魚	3
173	2016	12	313.0	564.2	不明			有	放流魚	3
174	2016	12	285.0	385.4	不明			有	放流魚	3
175	2016	12	244.0	231.9	不明			有	放流魚	2
176	2016	12	270.0	239.7	不明			有	放流魚	
177	2016	12	234.0	161.2	不明				天然魚	2
178	2016	12	305.0	586.5	不明			有	放流魚	3
179	2016	12	280.0	340.8	不明			有	放流魚	3
180	2016	12	285.0	367.8	不明			有	放流魚	3

*1 性別不明の時は、生殖腺重量・生殖腺熟度指数は空欄とした。

*2 標識がない時は、空欄とした。

*3 耳石不透明帯数が不明の時は、空欄とした。

付表4 本研究に供した標本の測定結果（その4）

No.	年	月	全長 (mm)	体重 (g)	性別	生殖腺重量*1 (g)	生殖腺熟度指数*1 (GSI)	標識の有無*2	天然魚 or 放流魚	耳石不透明帯数*3
181	2016	12	292.0	411.8	不明			有	放流魚	3
182	2016	12	281.0	330.6	不明			有	放流魚	3
183	2016	12	284.0	380.3	不明			有	放流魚	3
184	2016	12	275.0	354.2	不明			有	放流魚	3
185	2016	12	283.0	347.0	不明			有	放流魚	3
186	2016	3	262.0	245.2	不明				天然魚	3
187	2016	3	277.0	304.2	不明			有	放流魚	3
188	2016	5	270.0	273.0	不明			有	放流魚	3
189	2016	5	390.0	1,099.6	不明			有	放流魚	5
190	2016	5	352.0	779.2	不明			有	放流魚	4
191	2016	6	230.0	127.3	不明				天然魚	2
192	2016	6	223.0	133.2	不明				天然魚	2
193	2016	6	223.0	127.1	不明				天然魚	2
194	2016	6	282.0	261.2	不明				天然魚	3
195	2016	6	255.0	202.0	不明				天然魚	2
196	2016	6	350.0	649.3	不明				放流魚	5
197	2016	7	312.0	526.4	♀	1.55	0.29	有	放流魚	4
198	2016	7	360.0	675.7	♀	2.72	0.40	有	放流魚	4
199	2017	7	335.0	644.0	♀	22.11	3.43	有	放流魚	3
200	2017	7	313.0	538.4	♀	29.37	5.46	有	放流魚	4
201	2017	7	335.0	678.5	♀	22.84	3.37		天然魚	4
202	2018	5	304.0	389.4	不明			有	放流魚	4
203	2018	6	350.0	737.7	不明			有	放流魚	4
204	2018	6	382.0	948.0	不明			有	放流魚	4
205	2018	6	370.0	919.5	不明			有	放流魚	5
206	2018	6	307.0	439.3	不明			有	放流魚	5
207	2018	6	395.0	1,076.6	不明			有	放流魚	7
208	2019	6	340.0	618.2	不明			有	放流魚	5
209	2019	6	335.0	648.1	不明			有	放流魚	5
210	2019	11	450.0	1,512.6	不明			有	放流魚	7
211	2019	12	375.0	958.8	不明			有	放流魚	5
212	2019	11	320.0	480.7	不明			有	放流魚	4
213	2020	7	450.0	1,901.8	♂	7.89	0.41	有	放流魚	9
214	2020	7	417.0	1,162.2	♂	5.16	0.44	有	放流魚	7
215	2020	7	371.0	817.5	♀	20.32	2.49	有	放流魚	7
216	2021	10	485.0	1,706.1	不明				天然魚	13
217	2021	10	440.0	1,141.1	不明				天然魚	7
218	2021	10	400.0	925.2	不明				天然魚	7
219	2021	10	357.0	616.3	不明				天然魚	4
220	2021	10	315.0	401.7	不明				天然魚	4
221	2021	10	340.0	508.4	不明				天然魚	5
222	2021	10	355.0	593.9	不明				天然魚	6
223	2021	10	343.0	576.7	不明				天然魚	5
224	2021	10	370.0	673.9	不明				天然魚	6
225	2021	10	338.0	529.0	不明				天然魚	3
226	2021	10	327.0	456.6	不明				天然魚	4
227	2021	10	316.0	368.1	不明				天然魚	3
228	2021	10	528.0	2,252.1	不明				天然魚	29
229	2021	10	454.0	1,377.5	不明				天然魚	6
230	2021	10	435.0	1,259.8	不明				天然魚	6
231	2021	10	403.0	924.6	不明				天然魚	5
232	2021	10	420.0	1,027.4	不明				天然魚	6
233	2021	10	418.0	1,069.0	不明				天然魚	6
234	2021	10	400.0	883.0	不明				天然魚	5
235	2021	10	353.0	603.9	不明				天然魚	4
236	2021	10	364.0	654.7	不明				天然魚	3
237	2021	10	300.0	392.9	不明				天然魚	4
238	2021	10	530.0	2,097.9	不明				天然魚	27
239	2021	10	422.0	1,087.9	不明			有	放流魚	8
240	2021	10	381.0	718.0	不明				天然魚	5
241	2021	10	373.0	766.7	不明				天然魚	4
242	2021	10	380.0	723.4	不明				天然魚	6
243	2021	10	369.0	681.2	不明				天然魚	5
244	2021	10	310.0	395.0	不明				天然魚	4

*1 性別不明の時は、生殖腺重量・生殖腺熟度指数は空欄とした。

*2 標識がない時は、空欄とした。

*3 耳石不透明帯数が不明の時は、空欄とした。

付表5 姫島周辺海域におけるキジハタのAge-Length key

全長範囲 (mm)	標本数 (尾)	Age-Length key											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+	合計	
140-160	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
160-180	0												
180-200	0												
200-220	1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
220-240	11	0.18	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
240-260	26	0.04	0.92	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
260-280	41	0.00	0.88	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
280-300	28	0.00	0.57	0.39	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
300-320	17	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
320-340	11	0.00	0.00	0.36	0.27	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	1.00
340-360	14	0.00	0.00	0.14	0.36	0.14	0.07	0.07	0.21	0.00	0.00	0.00	1.00
360-380	12	0.00	0.00	0.08	0.33	0.25	0.17	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	1.00
380-400	13	0.00	0.00	0.08	0.00	0.31	0.08	0.31	0.23	0.00	0.00	0.00	1.00
400-420	11	0.00	0.00	0.00	0.18	0.09	0.27	0.09	0.36	0.00	0.00	0.00	1.00
420-440	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.22	0.33	0.22	0.11	0.00	1.00
440-460	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	1.00
460-480	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	1.00
480-500	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.25	0.13	0.50	0.00	1.00
500-520	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
520-540	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
540-560	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
560-580	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
580-600	0												
計	232												