

福岡県豊前海におけるキジハタの成熟，成長及び年齢

俵積田 貴彦・野副 滉・黒川 皓平
(豊前海研究所)

福岡県豊前海におけるキジハタ *Epinephelus akaara* の生物情報を得るため，成熟，成長及び年齢に関する調査，解析を行った。生殖腺指数の月別推移より産卵期は6～7月と推定された。耳石輪紋を調べた結果，標示（透明帯から不透明帯への移行部）は年1回，5～7月頃に形成されると推測され，年齢査定に有効と判断された。耳石標示から標本魚の年齢査定を行い，雌雄別に成長式を求めたところ，1歳で全長雄325mm，雌151mm，2歳で雄346mm，雌247mm，3歳で雄366mm，310mm，4歳で雄383mm，雌349mm，5歳で雄398mm，雌375mm，6歳で雄411mm，雌392mm，7歳で雄423mm，雌402mm，8歳で雄434mm，雌409mmと推定された。なお，本研究で得られた標本魚の最高齢は雄25歳，雌で20歳であった。

キーワード：キジハタ，成熟，成長，年齢，成長曲線

キジハタ *Epinephelus akaara* は，マハタ属の魚類で日本国内では東北から九州の浅い岩礁帯に生息する¹⁾。本種は福岡県豊前海では主に沿岸域の建網によって漁獲される。希少かつ美味であることから市場では他魚種と比較して高価に取引されており，近年，漁獲量が増加傾向にある。また，燃油高騰や漁業者の高齢化に伴い，沿岸で操業可能な建網の従事者が増加傾向にあり，キジハタは重要な位置を占めつつある。これらのことから当海域の漁業者はキジハタを重要な魚種として認識しつつあるが，当海域での同魚種に関する知見はほとんどない。

そこで，本研究では本県豊前海で採捕される本種の成熟，成長及び年齢を調査し，成熟時期やその開始年齢，また，成長と年齢の関係等について基礎的知見を収集した。

方 法

標本魚は，2015年4月から2018年8月にかけて図1に示す福岡県豊前海沿岸域の水深15m未満で行われている建網で漁獲されたキジハタ707個体を用いた。年月別の雌雄別個体数及び全長範囲を表1に示す。

全標本魚について全長を1 mm単位，体重を0.1g単位，及び生殖腺重量を0.1g単位で測定し，これらの測定値を用いて生殖腺指数(GSI : Gonad Somatic Index)を以下のとおり求めた。雌雄は生殖腺を目視で判別し，これが困難な場合は顕微鏡下で確認した。

$$GSI = (\text{生殖腺重量 g} / \text{体重 g}) \times 100$$

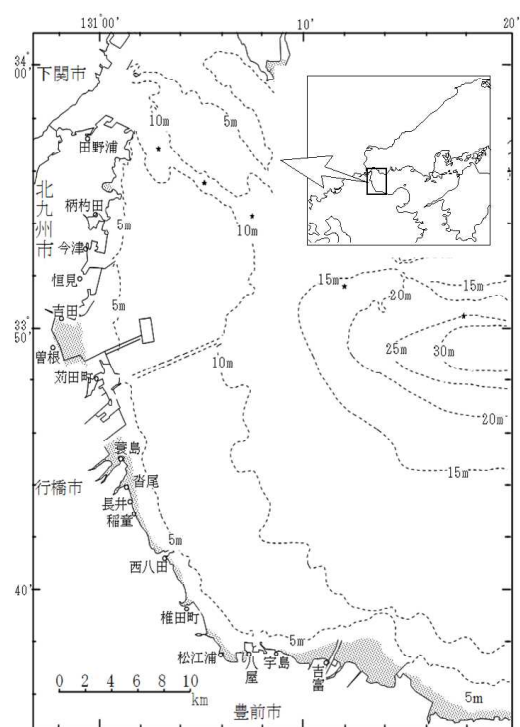


図1 標本魚採集海域

雌雄が判別できた674個体(雄81個体，雌593個体)について雌雄別の全長と体重の関係を求めた。一般に全長(X)と体重(Y)との関係はアロメトリー(相対成長)式 $Y=aX^b$ (a, bは定数)で示されることから，MS-Excelのソルバーを用いた非線形最小二乗法により係数 a, bを推定した。

標本魚のうち375個体については，耳石を採取した。

表 1 標本魚の雌雄別個体数及び全長範囲

採集年月	サンプル個体数			全長範囲 (mm)	
	雄	雌	不明	雄	雌
2015年	4月	1	31	528	231 ~ 450
	5月	2	24	428 ~ 480	257 ~ 435
	6月	2	27	420 ~ 425	168 ~ 443
	7月	1	16	420	254 ~ 460
	9月		4		263 ~ 303
	10月		1		254 ~ 254
2016年	4月	3	35	419 ~ 444	266 ~ 445
	5月	3	18	412 ~ 440	270 ~ 459
	6月	5	34	405 ~ 530	225 ~ 495
	8月		2		305 ~ 369
2017年	4月	3	18	382 ~ 434	271 ~ 419
	5月	8	44	389 ~ 470	270 ~ 402
	6月	18	66	340 ~ 460	254 ~ 429
	7月	6	48	345 ~ 380	255 ~ 410
	8月	2	27	375 ~ 395	245 ~ 387
	9月	2	12	435 ~ 465	279 ~ 405
	10月	5	17	336 ~ 445	191 ~ 405
	11月		1		374
	12月	2	3	514 ~ 517	315 ~ 388
	4月	3	6	430 ~ 460	325 ~ 383
2018年	5月	2	52	379 ~ 432	286 ~ 428
	6月	5	25	394 ~ 485	217 ~ 460
	7月	5	39	329 ~ 455	239 ~ 390
	8月	3	43	360 ~ 480	215 ~ 435
総計	81	593	33	329 ~ 530	168 ~ 495

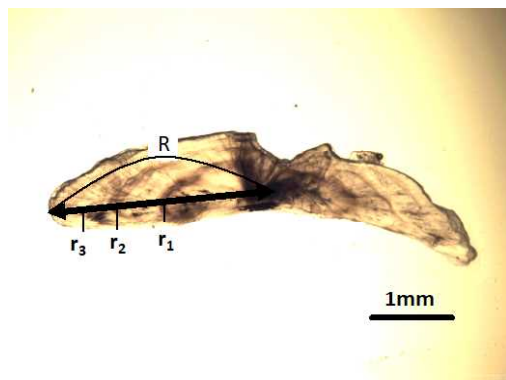


図 2 耳石断面図及び測定部位

このうち雄は59個、雌は305個、性別不明は11個体であった。耳石は主に右側（明らかな破損や紛失の際は左側）を採取し、水洗後、乾燥保存した。研磨機により短軸にそって中心まで切断後、スライドガラス上に接着剤で貼り付け、さらに研磨機により上部から厚さ約0.5mmまで削ったものを顕微鏡下で観察し、画像保存した後、標示長の測定を行った。耳石の研磨作業、輪紋数計測、標示長測定及び写真撮影についてはマリノリサーチ株式会社に委託した。耳石には中心軸を通る縦断面に透明帯と不透明帯の2種類の輪紋が交互に形成されており、透明帯から不透明帯との距離を標示長として測定を行った。

測定部位は図2に示すように中心から外縁までを耳石長(R)、中心から各標示までの距離を標示長(r_n : nは中心からの標示数)とし、 μm 単位で記録したうえで、耳石長と全長及び耳石長と各標示長の関係を調べた。さらに、標示の形成時期を推定するため、耳石の縁辺成長率(MI: Marginal Index)を以下の式により求めた。

$$MI = (R - r_{\max}) / (r_{\max} - r_{\max-1}) \times 100$$

R: 耳石長 (mm)

$r_{\max}$: 最外標示の標示長

なお、これらの解析の際、奇形や破損が確認されたものは除外した。

キジハタの年齢と成長の関係は、年齢査定を行った375個体のうち雌雄が判別できた雄59個体、雌305個体のデータを用いて、萱野²⁾と同様に von Bertalanffy の成長式により求めた。

$$L_t = L_{\max} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

L_t : 年齢 t 歳の推定全長 (mm)

$L_{\max}$: 最大到達全長 (mm)

K: 成長係数

t: 年齢

t_0 : $L_t=0$ となる時の年齢

$L_{\max}$, K 及び t_0 の3つのパラメータは五利江³⁾の方法に従い、MS-Excel のソルバーを用いて、非線形最小二乗法により求めた。さらに年齢査定を行った個体の全長データを用い、全長20mm 間隔で全長年齢相関表(Age-length-key)を作成した。

結 果

1. 成熟

雌雄別 GSI の月別推移を図3に示した。雄の GSI は調査期間を通してほぼ1.0%以下で推移し、明確なピークは確認されなかった。山本ら⁴⁾は雌の成熟基準の一つとして GSI 2%以上を提案しているが、当海域での雌の GSI は5月頃から2%を超える個体が出現しはじめ、6~7月にピークがあった。8月になると2%以上の割合は減少し、9月では1個体、10月では確認されなかった。また、雌は GSI 5%以上で産卵すると考えられ⁵⁾、これを参考とすると5%以上は6~7月で最も多かった。

2. 年齢・成長

(1) 全長と体重の関係

測定で得られた全長と体重のデータをもとに、雌雄別の全長と体重との関係を図4及び表2に示した。全長と

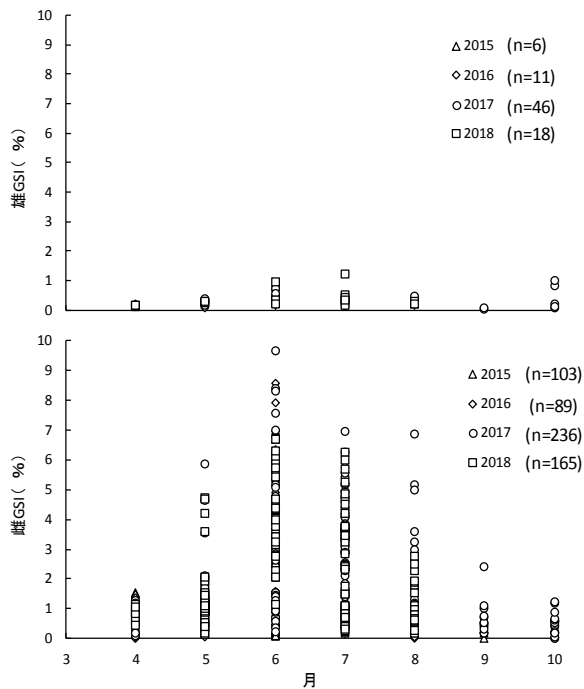


図3 GSIの月別推移(上段:雄, 下段:雌)

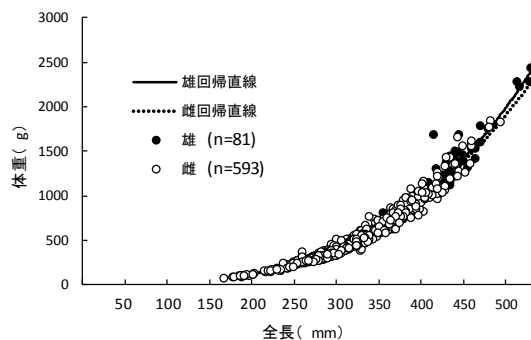


図4 雌雄別全長と体重の関係

表2 雌雄別の全長及び体重範囲

	全長 (mm)			体重 (g)		
	最大	最小	平均	最大	最小	平均
雄	530	329	415.7	2439.7	520.1	1146.6
雌	495	168	324.1	1839.6	69	542.3

体重との関係には雌雄ともに有意な正の相関があり、次の関係式が得られた。

$$\text{雄: } Y = 4.011 \times 10^{-6} X^{3.222} \quad (n=81, r=0.951, p<0.01)$$

$$\text{雌: } Y = 1.045 \times 10^{-5} X^{3.060} \quad (n=593, r=0.946, p<0.01)$$

X: 全長 (mm), Y: 体重 (g)

雄の最大全長は530mm, 最小は329mm, 雌の最大全長は495mm, 最小は168mmであった。

(2) 全長と耳石長の関係

耳石を採取した375個体のうち、雌雄が判別でき、破損もしくは奇形を除いた311個(雄52個体, 雌259個体)

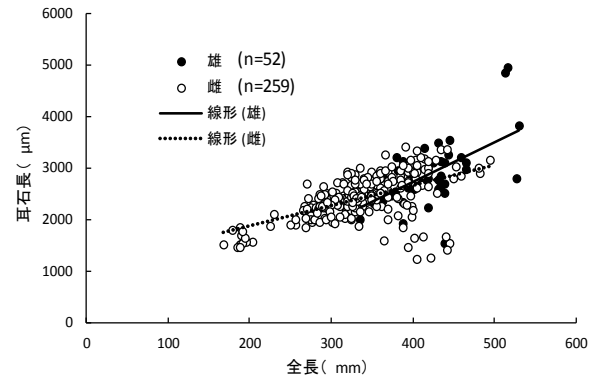


図5 雌雄別全長と耳石長との関係

の耳石長について、雌雄別の全長との関係を図5に示した。全長と耳石長には有意な正の相関が確認され、次の関係式が得られた。

$$\text{雄: } R = 7.651X - 323.63 \quad (n=52, r=0.625, p<0.01)$$

$$\text{雌: } R = 3.929X + 1093 \quad (n=259, r=0.544, p<0.01)$$

R: 耳石長 (μm), X: 全長 (mm)

(3) 耳石長と標示長との関係

耳石の標示長を測定した結果、標示が認められなかったものではなく、破損もしくは奇形を除いたもののうち標示数1本が15個体、標示数2本が80個体、標示数3本が98個体、標示数4本が38個体、標示数5本が8個体、標示数6本が30個体、標示数7本が29個体、標示数8本が11個体、標示数9本以上が10個体であり、本調査における最大の表示数は雄で25、雌で20であった。そのうち、サンプル数が比較的多い標示数1～4及び6～7のそれぞれの耳石について、標示形成の相似性を確認するため、耳石長と標示長との関係を図6に示した。各標示数毎に耳石長と標示長との間には、 r_1 を除いて正の相関が確認された。

(4) 耳石における標示形成時期の推定

2015～2017年の標示数2～8のMIを月ごとにまとめ、0.3間隔で階級分けし、4～10月までの月別の階級別出現割合を図7に示した。MIが0.3未満の個体は4～7月に出現し、0.3以上0.6未満の割合は4月から8月までは減少傾向であったが、9月になると上昇した。0.6以上0.9未満の割合は4～7月まで概ね横ばいで推移した後、8月に増加した。0.9以上の割合は増減しながら推移した。

(5) 成長

(1)のGSI月別推移から、当海域におけるキジハタの産卵期は6～7月と推定した。また、(2)及び(3)の結果から、雌雄ともに耳石と全長に正の相関があることや標示の形成に相似性があることから、耳石の標示は年齢・質推定に有効であると判断した。(4)の結果で

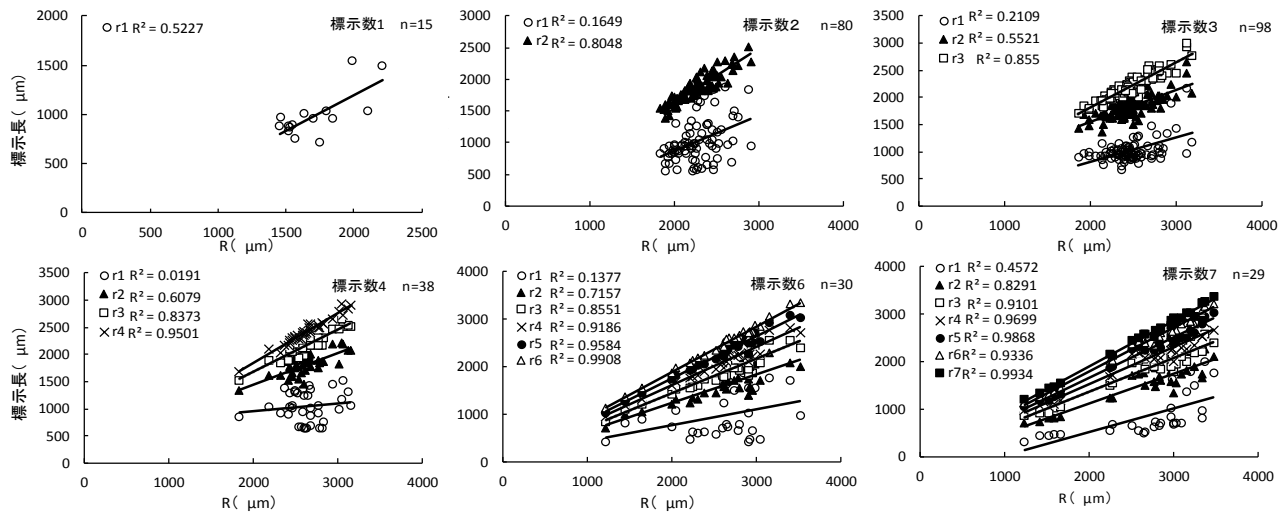


図6 標識数別耳石長と標識長の関係

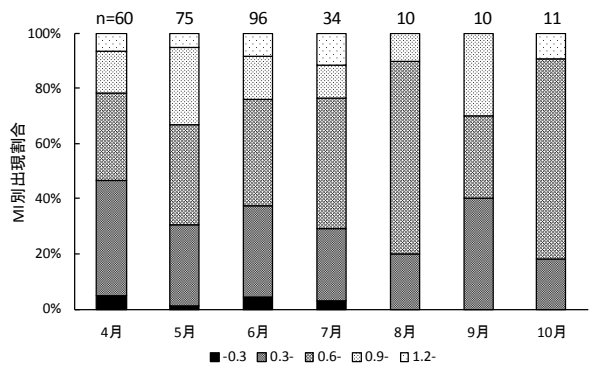


図7 耳石の縁辺成長率頻度分布の月別推移

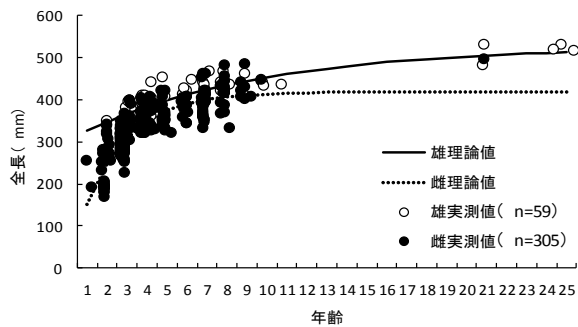


図8 雌雄別成長曲線

表3 成長式に基づく雌雄別の全長と体重

年齢	雄		雌	
	全長 (mm)	体重 (g)	全長 (mm)	体重 (g)
1	325	497	151	48
2	346	611	247	220
3	366	727	310	437
4	383	842	349	634
5	398	954	375	788
6	411	1063	392	899
7	423	1166	402	975
8	434	1264	409	1027

は8月以降のサンプル数が他の月と比較して少ないため、明確な判断は困難であったが、MI0.3未満が4～7月に確認されたことや岡山水試⁵⁾は5～8月の標識形成を報告していることから、当海域での形成時期は年1回、5～7月と推定した。そこで、同種の誕生日及び標識形成時期を7月1日と仮定し、各個体の採集月及び標識数に応じて年齢を査定した。例えば、10月に採捕された個体で標識数1のものは1 + (3/12) = 1.25歳などとした。なお、本解析においては標識数が確認できた全ての耳石（奇形や破損含む）を用いた。

これらを踏まえて、各個体の年齢と全長をもとに成長曲線を推定し、次式にその結果を、図8に実測に基づく散布図及び成長式に基づく理論値を雌雄別に示した。また雄の個体数が雌に比較して少なかったため、参考までに雌雄及び性別不明のものをまとめた成長曲線も併せて示す。

雄 : $L_t = 525.5 (1 - e^{-0.11(t+7.590)})$ (n=59)

雌 : $L_t = 418.2 (1 - e^{-0.451(t+0.001)})$ (n=305)

雌雄 : $L_t = 455.9 (1 - e^{-0.310(t+0.704)})$ (n=375)

この式から1歳～8歳の雌雄別推定全長を求め、さらに2(1)で求めた全長－体重関係式をもとに体重を算出した結果を表3に示した。

年齢査定を行った雄59個体、雌305個体について、20mm刻みの全長区分毎に1歳から8歳以上までの各年齢別の個体数比率を算出し、雌雄別の年齢全長相関表（Age-length-key）を表4に示した。雄の年齢群別全長範囲は2歳が340～360mm、3歳が320～420mm、4歳が360～460mm、5歳が400～440mm、6歳が420～460mm、7歳が400～480mmであり、1歳未満は確認されなかった。雌は1歳が160～300mm、2歳が220～380mm、3歳が300～420mm、4歳が320～440mm、5歳が320～420mm、6歳が320～460mm、7歳が360～500mmであ

表 4 年齢全長相関表（上：雄，中：雌，下：雌雄）

全長範囲 (mm)	標本数 (尾)	年齢群別個体数比率								合計
		1	2	3	4	5	6	7	8+	
140 ~ 160	0									
160 ~ 180	0									0.00
180 ~ 200	0									0.00
200 ~ 220	0									0.00
220 ~ 240	0									0.00
240 ~ 260	0									0.00
260 ~ 280	0									0.00
280 ~ 300	0									0.00
300 ~ 320	0									0.00
320 ~ 340	1			1.00						1.00
340 ~ 360	8		0.13	0.88						1.00
360 ~ 380	6			0.67	0.33					1.00
380 ~ 400	8			1.00						1.00
400 ~ 420	10			0.22	0.22	0.11		0.22	0.22	1.00
420 ~ 440	12					0.08	0.33	0.33	0.25	1.00
440 ~ 460	6				0.29		0.29	0.14	0.29	1.00
460 ~ 480	3							0.67	0.33	1.00
480 ~ 500	1								1.00	1.00
500 ~ 520	2								1.00	1.00
520 ~ 540	2								1.00	1.00
540 ~ 560	0									
59										
全長範囲 (mm)	標本数 (尾)	年齢群別個体数比率								合計
		1	2	3	4	5	6	7	8+	
140 ~ 160	0									
160 ~ 180	2	1.00								1.00
180 ~ 200	12	1.00								1.00
200 ~ 220	3	1.00								1.00
220 ~ 240	2	0.50	0.50							1.00
240 ~ 260	6	0.33	0.67							1.00
260 ~ 280	16	0.06	0.94							1.00
280 ~ 300	28	0.04	0.96							1.00
300 ~ 320	29		0.97	0.03						1.00
320 ~ 340	80		0.21	0.66	0.09	0.01	0.01		0.01	1.00
340 ~ 360	34		0.06	0.44	0.29	0.03	0.18			1.00
360 ~ 380	25		0.04	0.24	0.36	0.04	0.24	0.08		1.00
380 ~ 400	28			0.21	0.14	0.07	0.39	0.18		1.00
400 ~ 420	19			0.05	0.11	0.05	0.37	0.21	0.21	1.00
420 ~ 440	10				0.20		0.10	0.60	0.10	1.00
440 ~ 460	7						0.29	0.43	0.29	1.00
460 ~ 480	1							1.00		1.00
480 ~ 500	3							0.33	0.67	1.00
500 ~ 520	0									0.00
520 ~ 540	0									0.00
540 ~ 560	0									0.00
305										
全長範囲 (mm)	標本数 (尾)	年齢群別個体数比率								合計
		1	2	3	4	5	6	7	8+	
140 ~ 160	0									
160 ~ 180	2	1.00								1.00
180 ~ 200	12	1.00								1.00
200 ~ 220	3	1.00								1.00
220 ~ 240	2	0.50	0.50							1.00
240 ~ 260	6	0.33	0.67							1.00
260 ~ 280	16	0.06	0.94							1.00
280 ~ 300	28	0.04	0.96							1.00
300 ~ 320	29		0.97	0.03						1.00
320 ~ 340	83		0.20	0.65	0.11	0.01	0.01		0.01	1.00
340 ~ 360	44		0.09	0.52	0.23	0.02	0.14			1.00
360 ~ 380	32		0.03	0.31	0.34	0.03	0.19	0.09		1.00
380 ~ 400	39			0.38	0.13	0.05	0.31	0.13		1.00
400 ~ 420	29			0.10	0.17	0.07	0.24	0.21	0.21	1.00
420 ~ 440	22				0.09	0.05	0.23	0.45	0.18	1.00
440 ~ 460	15				0.07		0.27	0.27	0.40	1.00
460 ~ 480	4							0.75	0.25	1.00
480 ~ 500	5							0.20	0.80	1.00
500 ~ 520	2								1.00	1.00
520 ~ 540	2								1.00	1.00
540 ~ 560	0									
375										

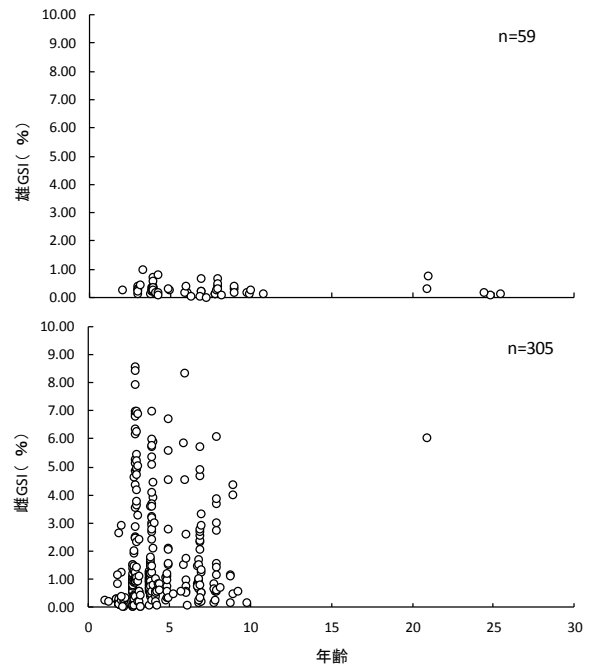


図 9 雌雄別年齢と GSI（上段：雄，下段：雌）

った。160mm 未満は標本の採取がないため年齢群は不明であった。同一年齢においても120～160mm 程度の全長差があり，460mm 以上ではほぼ7歳以上であった。

年齢と雌雄別 GSI の関係を図9に示した。雄は年齢に関わらず，GSI は低い傾向であり最大でも1.0%であった。雌についてより詳細に検討するために，GSI がピークであった6～7月中の GSI 2%以上出現割合を年齢別に示した（図10）。雌は1歳から17個体中1個体，2歳で28個体中18個体，3歳で35個体中27個体，4歳で14個体中10個体，5歳で2個体中2個体，6歳で17個体中10個体，7歳で17個体中7個体，8歳以上で4個体中3個体が GSI 2%以上が確認された。

本種が雌雄同体の雌性先熟であることを踏まえ，年齢及び全長別（20mm 間隔）の雌雄比を図11及び12に示した。2歳から雄が現れ，9歳以降で雄の割合が半数以上となった。ただし，サンプル数は少ないが高齢と考えられる20歳でも雌が確認された。全長別では320～340mm で雄が現れ，420mm 前後で雄の割合が半数以上となった。ただし，約500mm でも一部雌が確認された。

考 察

1. 成熟

雄の GSI は各月とも1.0%を下回り，明確なピークは確認されなかった。これはこれまでの報告^{6,7)}とほぼ一

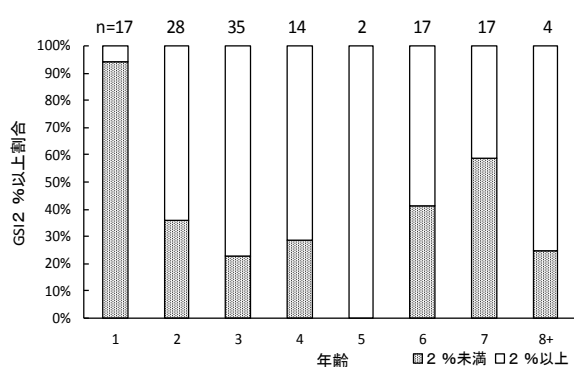


図10 6～7月の雌 GSI 2%出現割合

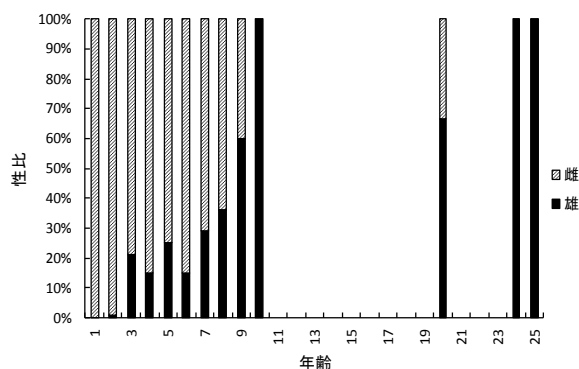


図11 年齢別の性比

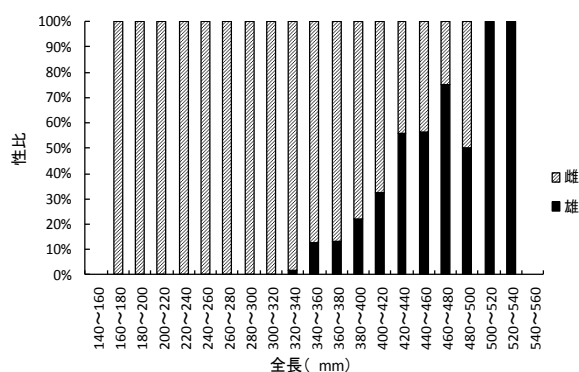


図12 全長別の性比

致した。雌の GSI は5月から上昇し始め、6～7月に5%を超える個体が多く、以降は急減した。GSI 5%以上で産卵すること⁵⁾を考慮すると産卵は6～7月に行われることが考えられた。ただし、瀬戸内海中中部^{5, 6)}ではキジハタの産卵期は7～9月と報告されており、本研究ではこれより約1ヶ月早い傾向であることが示された。一般に、キジハタを含めた北方系のハタ科魚類の生殖腺発達は水温と日長の影響を受けるが⁸⁾、本研究では採捕時における水温や日長等の環境に関するデータが得られてないことから、この要因について検討出来ない。産卵親魚保護の観点から、これらの知見を入手し他海域と異なる産卵時期に関する検討を進める必要がある

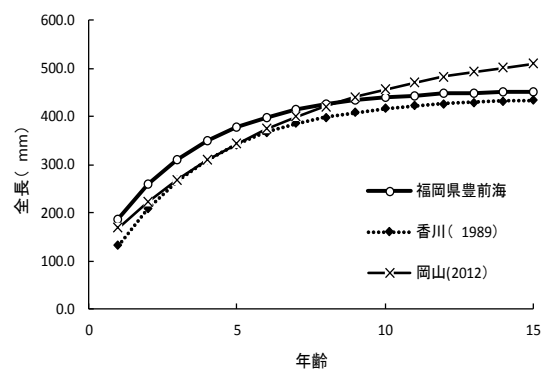


図13 海域別キジハタの成長曲線

う。

年齢と GSI について検討した。雄は高齢であってもほぼ1.0%未満に対し、産卵期と推定された6～7月では雌1歳の一部で2%以上が確認され、2歳以降は多少の増減はあるものの概ね半数以上で GSI 2%以上であった。山本ら⁴⁾は雌の GSI 2%での成熟基準を提案しており、本研究の結果から当海域では1歳から一部成熟する可能性が示唆された。萱野、尾田²⁾は人工種苗を用いて産卵量、田中ら⁷⁾は組織学的観察から2歳雌での成熟産卵を確認している。今回、産卵量測定や生殖腺の組織学的な観察は行っていないため、当海域での推定は困難であったが、今後、資源管理を見据えるためにより低年齢でも成熟する可能性を考慮し、成熟については精査する必要がある。

2. 成長及び年齢

キジハタの耳石を用いて年齢査定を行った。全長と耳石長には雌雄ともに正の相関があり、その標示形成に相似性が確認できたことから、耳石の標示は年齢形質として有効であると判断できた。MI は8月以降のサンプル数が少ないため判断が困難ではあったが、MI0.3未満が4～7月に確認されたことや、岡山水試⁵⁾との報告を参考とすると年1回、5～7月に形成されると考えられた。これらの情報をもとに、年齢と全長との関係を求め、さらに Age-length-key を作成することができた。この表から本種の雌は同一年齢群において、100～160mmの幅があることが認められると同時に、同一全長であっても年齢幅が大きいことが示された。雄は個体数が少ないため2歳で確認されなかった全長群が3歳で確認されるといった不自然な点を確認された。また、年齢と全長との関係である成長式において、10～20歳前後のサンプル数が極端に少ない状況で解析を行っているため極限全長等について過小評価となっている可能性がある。これらの点を今後検証するために継続したサンプル採集及び解析

による精度向上が求められる。

年齢と成長について当海域と同じ瀬戸内海に属する岡山県笠岡市周辺海域⁹⁾や香川県伊吹島周辺海域¹⁰⁾と比較した(図13)。両県とも雌雄まとめて Bertalanffy の成長式で推定しているため、ここでは雌雄まとめた成長式を参考したところ、本報告の成長曲線は両県と類似した。参考として15歳時点での全長を比較すると、岡山県は537mm、香川県は438mm であるのに対し、当海域は15歳で456mm と推定された。前述のとおり本研究の成長曲線は過小評価されている可能性はあるが、当海域のキジハタは岡山県より小さく香川県と同等の成長であることが考えられた。

一般にキジハタは雌性先熟の雌雄同体で、成長に伴い雄の割合が高まることが知られ、概ね320mm 前後で雄の割合が高まるとされる¹¹⁾。しかしながら、当海域では320mm 前後から雄が出現し始め、420mm 前後を境に雄の割合が増加した。さらに、雌でも高齢かつ大型個体が確認されている(最大全長495mm、最高齢20歳)。本種の性転換は群れの社会構造などが大いに関連すると考えられるが¹²⁾、詳しい要因は本研究の結果からは不明であり、今後検証が必要であろう。

当海域におけるキジハタについては報告事例が少なく、基礎的知見が不足していたが、今回、成熟、年齢及び成長に関する生物情報が取得でき、今後の研究を進める上で重要であると考えられる。今回の研究では前述したような雄の Age-length-key に不自然な点が確認されたため、継続した耳石解析が必要である。研究を発展させるためには、継続的な全長測定を行い、年齢別漁獲尾数、自然死亡係数、漁獲死亡係数等の解析が必要であろう。これらをもとに資源解析につなげていきたい。

文 献

- 1) 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所. 長崎県五島市福江島のハタ類フィールドガイド. 2015
- 2) 萱野泰久, 尾田正. 人工生産したキジハタの成長と産卵. 水産増殖 1994 ; 42 (3) : 419-425.
- 3) 五利江重昭. 資料 MS-Excel を用いた成長式のパラメータ推定. 水産増殖 2002 ; 49 (4) : 519-527.
- 4) 山本昌幸, 小林靖尚. 資料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製版別の信頼性. 水産増殖 2017 ; 65 (2) : 165-169.
- 5) 岡山県水産試験場. 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45
- 6) 鶴川正雄, 樋口正毅, 水戸敏. キジハタの産卵習性と初期生活史. 魚類学雑誌 1966 ; 13 (4 / 6) : 156-161.
- 7) 田中秀樹, 広瀬慶二, 野上欣也, 服部圭太, 石橋矩久. キジハタの性成熟と性転換. 養殖研報 1990 ; 17 : 1-15.
- 8) 泉田大介, 小林靖尚, 征矢野清. I. ハタ科魚類の増養殖を考える科学「1章 生殖の科学」. ハタ科魚類の水産研究最前線(征矢野清, 照屋和久, 中田久編). 恒星社厚生閣, 東京. 2015.
- 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. 岡山水研報告 2012 ; 27 : 12-16.
- 10) 坂本久, 越智洋雅, 向井龍男. 地域特産種増殖技術開発事業(キジハタ). 香水試事報 1990 : 115.
- 11) 日本栽培漁業協会. H-5-1キジハタ. 日本栽培漁業協会事業年報 1989 : 32-34.
- 12) 萱野泰久. キジハタ. 水産増殖 1995 ; 43 (2) : 269-272.