

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

萱野 泰久

Fishery and Stock Assessment of the Red Spotted Grouper *Epinephelus akaara*
in the Coastal Waters of Okayama Prefecture at Bisan Seto across the Seto Inland Sea

Yasuhisa Kayano

キジハタ *Epinephelus akaara* は、スズキ目、ハタ科、マハタ属の魚類で、本州中部以南から瀬戸内海の沿岸岩礁域に生息する。本種は水産上の重要種であるが、漁場環境の変化や乱獲等により漁獲量の減少が著しいことから、種苗放流による人工増殖事業の対象魚種となっている¹⁾。しかしながら、本種の資源特性やその漁業実態を評価した報告はほとんどなく、資源の適正な管理や種苗放流の効果を判定する上で、課題となっている。

岡山県では、キジハタ資源量の増大を目的として過去に種苗生産と放流を実施²⁾した経緯がある。農林水産統計によれば、本県沿岸における本種の漁獲量は、1955年の28 tを最高にその後減少し続け、1997年から2006年までの10年間、1～3 tで推移し、現在も資源水準は依然として低いと考えられる。本研究は、県西部の笠岡市沿岸において実施されたキジハタの漁獲実態調査のデータをもとに、本種の年齢と成長、並びに漁獲物の年齢組成等の資源特性について検討し、資源の利用状況と今後の管理のあり方について若干の考察を行ったものである。

報告に先立ち、漁獲物の測定等に多大なご協力をいただいた笠岡市漁業協同組合の原田実喜蔵氏ほか白石島支所の皆様に厚くお礼申し上げます。

材料と方法

漁獲量調査及び魚体測定 県西部の笠岡市周辺海域を主漁場とする笠岡市漁業協同組合白石島支所の水揚げ台帳から、1997年1月から2001年12月までの間のキジハタの月別、漁業種別漁獲尾数及び重量を集計した。また、同時期に水揚げされたキジハタの全長及び体重を測定した。魚体測定のほとんどは、笠岡市漁業協同組合白石島支所の職員に依頼したが、毎月1～3回、水産研究所職員が現地で測定を行った。

白石島支所に水揚げされたキジハタは、すべて笠岡魚

市場に運搬後、せりにかけられることから、同市場での販売価格から魚体重1 kg当たり単価を算出した。

さらに、水揚げされたキジハタの一部を買い取り、魚体測定後、耳石を採取した。耳石は水道水で洗浄して付着物を除去し、グリセリン溶液中で保存した。本種の耳石縁辺部の不透明帯は年1回、4～8月に形成され、年齢形質として利用できることから³⁾、左右の耳石いずれかを用い、実体顕微鏡下で不透明帯を計数した。なお、観察に当たり研磨等の前処理は行わず、耳石輪紋が不明瞭な個体は計数試料から除外した。

全長・年齢変換表の作成と資源特性値の推定 全長と耳石輪紋数との関係から、雌雄込みで2 cm刻みの全長階級別年齢変換表を作成した。さらに、全長階級別年齢別出現率から漁獲物の年齢組成を推定した。

年全減少係数 (Z) は、年齢群別漁獲尾数を対数回帰モデルにあてはめ、その傾きから推定した。また、自然死亡係数 (M) は田内・田中の式⁴⁾から推定した。すなわち、

$$M = 2.5/\lambda$$

ここで、 λ は寿命を示し、キジハタの場合、自然産卵を目的に2～3歳の天然採捕魚を12年以上飼育した事例⁵⁾があることから、寿命は15年と仮定した。

漁獲係数 (F) は $F = Z - M$ から、さらに漁獲率 (E) は $E = F/Z (1 - e^{-Z})$ から求めた。

キジハタの年齢群別計算全長は、先に区分した漁獲物の年齢群別平均全長を用いて Wolford の定差図を作成し、バルタランフィーの成長式を求めた。また、年齢群別計算体重 (W) は、バルタランフィーの成長式から得た年齢群別計算全長を次式⁵⁾に代入し、求めた。

$$W = 0.01452 L^{3.082}/1000$$

ただし、 W は体重 (kg)、 L は全長 (cm) である。

結果と考察

キジハタの漁獲量と単価 1997年2月から2001年12月までの5か年に笠岡市漁業協同組合白石島支所に水揚げされたキジハタの月別、漁業種類別漁獲尾数及び漁獲量を表1、2に示した。総漁獲尾数は1,256尾、年別漁獲尾数及び漁獲量は、78～489尾及び52.17～259.01kgであった。また、5か年の月別漁獲尾数は、本種の産卵期を含む6～10月までの間が153～273尾と多かった。漁業種類別の漁獲重量比率は、建網（67.4%）が最も多く、次い

で釣り（20.6%）が多かった。また、漁業種類別の平均体重は、釣りが0.921kgと最も大きく、小型定置網が0.644kg、建網が0.533kgとやや小型であった。本種は岩礁性魚類であるが、生息場を狙った選択的な漁業の実態がうかがわれた。また、釣りでは漁業者が小型魚を再放流する場合もあることから、平均体重が大きくなった一因と考えられた。

笠岡魚市場でせりにかけられたキジハタの体重と1kg当たり単価との関係を図1に示した。単価は1,670～6,000円/kgの範囲を大きく変動した。本種はほとんど

表1 笠岡市漁業協同組合白石島支所におけるキジハタの年別月別漁獲尾数及び漁獲量

年		月												合計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1997	尾数(尾)	0	2	1	11	9	15	11	4	2	15	7	1	78
	重量(kg)		2.45	0.83	12.70	10.40	13.40	8.53	2.11	1.35	12.40	7.73	0.52	72.42
1998	尾数(尾)	0	0	0	2	17	22	15	7	9	9	0	0	81
	重量(kg)	0	0	0	0.20	11.80	17.30	11.00	4.56	4.24	3.07	0	0	52.17
1999	尾数(尾)	0	0	0	6	22	53	62	135	27	12	55	34	406
	重量(kg)	0	0	0	3.39	12.60	18.40	15.50	27.30	7.74	7.02	19.10	7.38	118.43
2000	尾数(尾)	3	2	4	8	20	29	62	110	92	134	16	9	489
	重量(kg)	2.84	3.32	1.99	3.24	13.80	12.80	16.80	26.50	29.00	46.80	12.30	7.69	177.08
2001	尾数(尾)	0	0	4	3	29	34	32	17	33	26	19	5	202
	重量(kg)	0	0	3.64	3.32	41.10	56.50	49.70	25.10	26.20	25.50	20.48	7.47	259.01
累計	尾数(尾)	3	4	9	30	97	153	182	273	163	196	97	49	1,256
	重量(kg)	2.84	5.77	6.46	22.85	89.7	118.4	101.53	85.57	68.53	94.79	59.61	23.06	679.11

表2 笠岡市漁業協同組合白石島支所における漁業種類別漁獲尾数及び漁獲量

年		漁業種類					合計
		建網	釣	小型定置網	小型底びき網	不明	
1997	尾数(尾)	45	29	2	2	0	78
	重量(kg)	44.66	24.13	2.33	1.30	0	72.42
1998	尾数(尾)	58	17	4	2	0	81
	重量(kg)	34.79	15.41	1.42	0.55	0	52.17
1999	尾数(尾)	386	13	5	2	0	406
	重量(kg)	104.90	9.92	2.10	1.51	0	118.43
2000	尾数(尾)	233	30	1	5	220	489
	重量(kg)	92.81	14.07	1.26	3.90	65.04	177.08
2001	尾数(尾)	137	63	1	1	0	202
	重量(kg)	180.81	76.42	1.26	0.52	0	259.01
合計	尾数(尾)	859	152	13	12	220	1,256
	重量(kg)	457.97	139.95	8.37	7.78	65.04	679.11
比率(%)	尾数	68.4	12.1	1.0	1.0	17.5	100
	重量	67.44	20.61	1.23	1.15	9.58	100

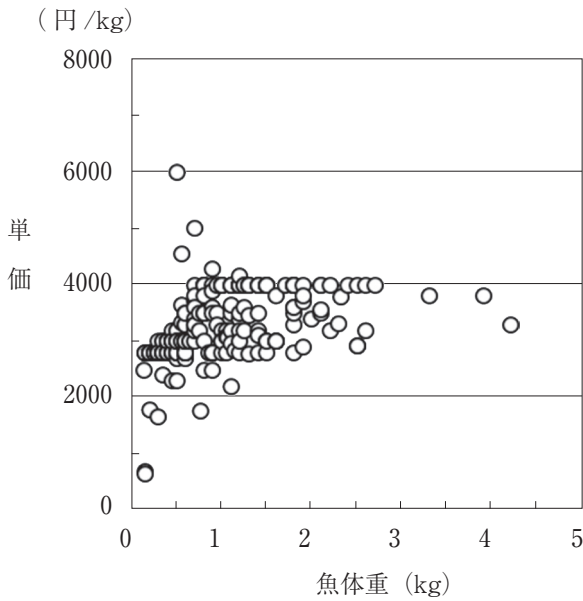


図1 キジハタの体重別単価

が活魚で取引されたが、体重別の平均単価で比較すると、250 g 以下が2,620円/kg、300~500 gが2,890円/kg、さらに500 g以上が3,470円/kgとなり、250 g 以下と500g 以上では1.3倍の価格差があった。

全長・年齢変換表の作成 2 cm 刻みの全長区分毎に耳石輪紋数別の個体数比率を求め、全長・年齢変換表を作成した(表3)。年齢群別全長範囲は1歳が12~24cm、2歳が16~28cm、3歳が20~32cm、4歳が22~36cm、5歳が32~42cm、6歳以上が36~48cmであった。同一年齢群においても全長には10~14cmの幅があり、個体差が認められた。本研究では、産卵月を基準とした採捕月の違いによる全長補正を行っていないため、同一年齢であっても全長差が生じた。また、本種は雌性先熟の雌雄同体性を示し、雄が雌より大きい⁶⁾。本研究では、本種の年齢と成長を雌雄別に検討できるだけの十分な試料が得られなかったことから、雌雄込みでの解析を行ったが、このことも同一年齢群間で全長差が生じた要因と考えられた。

次に、表3の全長・年齢変換表をもとに、水揚げされた5か年分の全長区分別漁獲尾数から年齢群別漁獲尾数を推定した(表4)。漁獲されたキジハタの全長は10~52 cmの範囲で、20~22cmにモードがみられた。年齢群別漁獲尾数は1歳が73尾、2歳が295尾、3歳が366尾、4歳が245尾、5歳が128尾、6~8歳が151尾となり、当海域における漁獲尾数は3歳が最も多く、次いで2歳が多かった。また、総漁獲尾数に占める3歳及び2歳の割合は、それぞれ26.2%及び25.6%で、これらが全体の50%

表3 キジハタの全長・年齢変換表

全長範囲 cm	標本数 (尾)	年齢群別個体数比率(%)								合計	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
10~12	0										
12~14	2	100								100	
14~16	8	100								100	
16~18	44	84.1	15.9							100	
18~20	27	55.6	44.4							100	
20~22	41	7.3	68.3	24.4						100	
22~24	39	2.6	43.6	51.3	2.6					100	
24~26	39		28.2	61.5	10.3					100	
26~28	13		7.7	53.8	38.5					100	
28~30	15			33.3	66.7					100	
30~32	8			25.0	75.0					100	
32~34	5				60.0	40.0				100	
34~36	6				33.3	66.7				100	
36~38	6					83.3		16.7		100	
38~40	6					33.3	33.3	16.7	16.7	100	
40~42	8					25.0	50.0	25.0		100	
42~44	2								100	100	
44~46	3							33.3	66.7	100	
46~48	1								100	100	
48~50	0										
		273									

表4 キジハタの年齢群別漁獲尾数

全長範囲 cm	標本数 (尾)	年齢群別漁獲尾数(尾)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
10~12	1	1								
12~14	1	1								
14~16	0									
16~18	25	21	4							
18~20	54	30	24							
20~22	219	16	150	53						
22~24	138	4	60	71	4					
24~26	157		44	97	16					
26~28	165		13	89	63					
28~30	53			18	35					
30~32	153			38	115					
32~34	13				8	5				
34~36	11				4	7				
36~38	111					93		19		
38~40	13					4	4	2	2	
40~42	74					19	37	19		
42~44	6								6	
44~46	8							3	5	
46~48	47							47		
48~50	4								4	
50~52	3								3	
		1,256	73	295	366	245	128	41	89	21

以上を占めた。

資源特性値と期待される漁獲量 当海域でのキジハタは、資源尾数が多い1歳が2歳より年齢群別漁獲尾数が少なかったことから、すべてが漁獲対象となる完全加入年齢は2歳と推定された。6歳以上は試料数が少なく、6歳と7歳で漁獲尾数が逆転した。対数回帰法で全減少係数を推定する場合、高年齢の尾数が少ないと誤差が大きくなる可能性があることから、ここでは6歳以上の3年齢群の漁獲尾数の平均値(50尾)を、6歳の漁獲尾数と仮定した。2歳から6歳までの年齢群別漁獲尾数を対数回帰モデルに当てはめ、年全減少係数(Z)を計算した結果、Z=0.460が得られ、強い直線性を示した(図2、

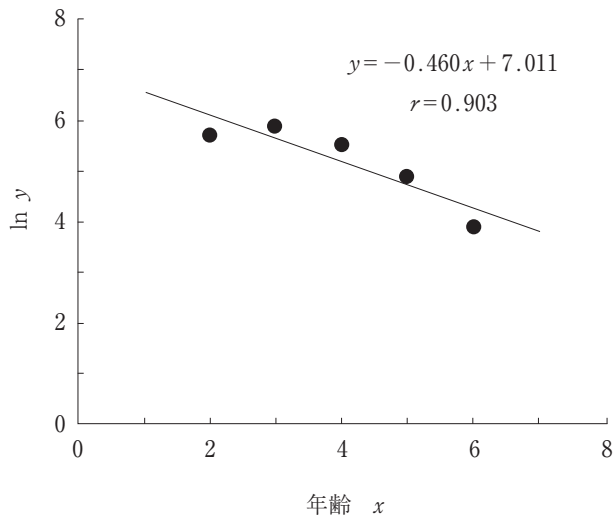


図2 年齢 (x , 歳) と漁獲尾数 (y , 尾) の対数值との関係

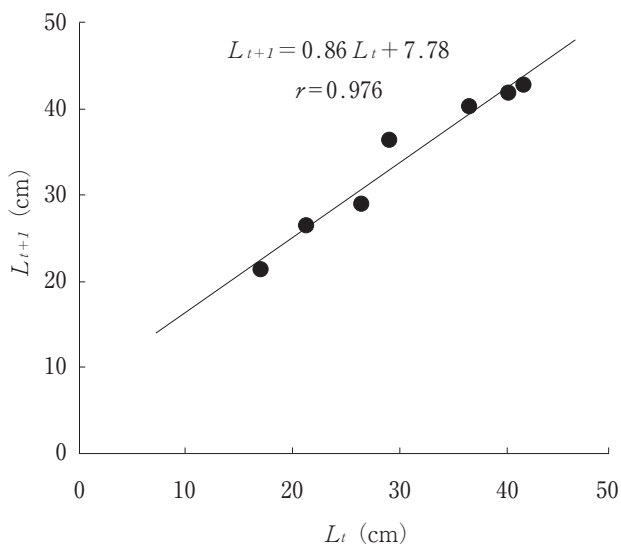


図3 Wolford の定差図

$r=0.903$)。また、寿命から推定した自然死亡係数 (M) は0.167であるので、現状の漁獲係数 (F) は $F=Z-M$ から0.293, さらに漁獲率 (E) は0.235と推定された。

キジハタの年齢と成長 成長曲線のあてはめにおける理想的な手順は、同一コホートのデータに基づいて最小2乗法でパラメータを求める必要があるが⁷⁾, キジハタの成長式の精度の検定は今後の課題として、本研究では漁獲物の年齢群別平均全長を用いて Wolford の定差図を作成した (図3)。相関係数は0.976と高く、直線回帰式の傾き (0.86) 及び y 切片 (7.78) から、以下のとおりベルタランフィの成長式を得た。

$$L_t = 55.6 (1 - \exp(-0.151(t - 1.39)))$$

表5 キジハタ漁獲物の実測値とベルタランフィの成長式から求めた年齢別平均全長と体重

年齢	平均全長 cm	標準偏差 cm	平均体重 kg	計算全長*1 cm	計算体重*2 kg
1	17.1	1.48	0.09	16.8	0.09
2	21.3	1.98	0.18	22.2	0.21
3	26.5	2.78	0.35	26.9	0.37
4	29.1	2.83	0.47	30.9	0.57
5	36.6	2.31	0.96	34.4	0.79
6	40.3	1.17	1.29	37.3	1.02
7	41.7	3.27	1.43	39.9	1.25
8	42.8	2.59	1.55	42.1	1.47
9				44.0	1.68
10				45.6	1.88
11				47.0	2.07
12				48.2	2.23
13				49.2	2.38
14				50.1	2.52
15				50.9	2.64

*1 計算全長: $L_t = 55.6 (1 - \exp(-0.151(t - 1.39)))$ より計算

*2 計算体重: $W = 0.01452 L^{3.082} / 1000$ より計算

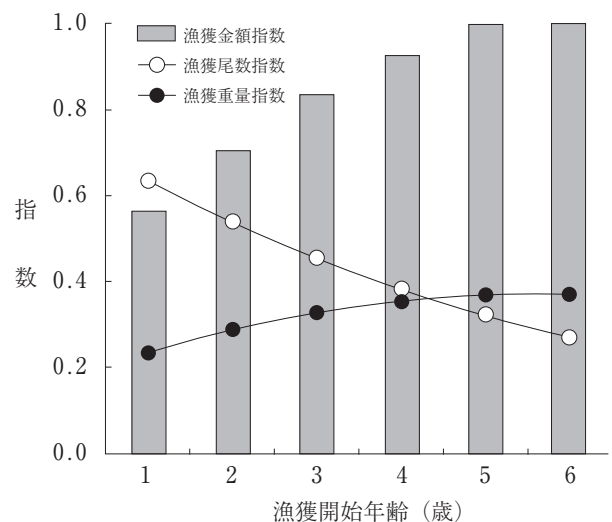


図4 漁獲開始年齢と生涯漁獲尾数, 漁獲重量, 漁獲金額の関係

ただし、 L_t は年齢 t における計算全長 (cm) で、本式から得られる極限全長は55.6cmと推定された。また、本成長式から推定される年齢別計算全長と計算体重を表5に示した。

次に、資源特性値 (Z, M, F) と年齢別計算全長及び計算体重を用いて、漁獲開始年齢を1歳から6歳まで変化させた場合に、寿命に当たる満15歳までの累積漁獲量がどのように変化するか試算した。漁獲尾数と漁獲重量は、資源尾数1当たりの漁獲尾数及び漁獲重量から算出し、それぞれ漁獲尾数指数及び漁獲重量指数とした (図4)。漁獲尾数指数は漁獲開始年齢が高まるとともに減少したが、漁獲重量指数は緩やかに増加し、5歳で0.372

と最も高くなり、その後一定となった。さらに、体重別の平均単価 (250 g 以下 : 2,620円 /kg, 300~500 g : 2,890円 /kg, 500 g 以上 : 3,470円 /kg) から漁獲金額を算出すると、漁獲開始年齢が5歳で最も高く、5歳を100%とした場合、2歳、3歳、4歳では、それぞれ70, 83, 93%となった。

ところで、許容される漁獲係数の限界 (F_{max}) は、自然死亡係数 (M) に等しいとされる⁸⁾。本研究では、許容される漁獲率 (E_{max}) は、

$$E_{max} = F / (M + F) (1 - e^{-(M+F)}) \\ = 1/2 (1 - e^{-2M})$$

また、 $M = 2.5/\lambda$ より

$$E_{max} = 1/2 (1 - e^{-5/\lambda}) \\ = 0.184$$

となった。現状の漁獲率は0.235であるので、過剰漁獲の状態と判断された。

当海域におけるキジハタの漁獲物年齢組成は2~3歳の若齢魚に偏っており、漁獲開始年齢のさらなる引き上げが望ましいと考えられた。特に本種は、成長が緩やかで、雌の生物学的最小形が満2歳^{5,6)}であること、さらに0.5kg以上のキジハタの平均単価は3,470円/kgで0.3kg以下の1.3倍以上となることから、少なくとも漁獲率の低減と合わせ、漁獲開始年齢を4歳以降とすることが本種の再生産効率の向上、並びに資源の有効利用上、

好ましいと考えられた。

今後は、本種の寿命、自然死亡係数、漁獲死亡係数、漁獲開始年齢、年齢別成熟率等の資源特性値を雌雄別に明らかにするとともに、加入量当たり漁獲量及び産卵親魚量を推定し、資源診断の精度を高める必要がある。

文 献

- 1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・(社) 全国豊かな海づくり推進協会, 2011: 平成22年度栽培漁業種苗生産, 入手, 放流実績 (全国). 101 pp.
- 2) 岡山県水産試験場, 1994: 平成5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, 岡1-岡21.
- 3) 岡山県水産試験場, 1990: 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, 岡1-岡32.
- 4) 田中昌一, 1960: 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海区水産研究所報告, **28**, 1-200.
- 5) 萱野泰久・尾田 正, 1994: 人工生産したキジハタの成長と産卵. 水産増殖, **42**, 419-425.
- 6) 田中秀樹・広瀬慶二・野上欣也・服部圭太・石橋矩久, 1990: キジハタの性成熟と性転換. 養殖研究所報告, **17**, 1-15.
- 7) 赤嶺達郎, 2004, 魚類の成長式における検定とモデル選択, 水産海洋研究, **68**, 44-51.
- 8) 河井智康, 1987: 比較生態学視点から見た海産硬骨魚類資源の変動に関する研究, 東海区水産研究所報告, **122**, 49-127.