

漁獲されたキジハタ天然魚の餌付け Food acclimatization of wild red-spotted grouper *Epinephelus akaara* under captive condition

竹内宏行¹・今井 正^{2*}・森田哲男²・崎山一孝²
Hiroyuki Takeuchi¹, Tadashi Imai^{2*}, Tetsuo Morita², Kazutaka Sakiyama²

¹国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所養殖部門生産技術部, 京都府宮津市小田宿野1721

²国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所養殖部門生産技術部, 香川県高松市屋島東町234

¹Production Engineering Division, Aquaculture Research Department, Fisheries Technology Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 1721 Odashukuno, Miyazu, Kyoto 626-0052, Japan,

²Production Engineering Division, Aquaculture Research Department, Fisheries Technology Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 234 Yashimahigashi, Takamatsu, Kagawa 761-0111, Japan.

*Corresponding author; e-mail: imai_tadashi05@fra.go.jp, Tel: +81-87-841-9241.

Abstract

We investigated the period until diet acceptance in the wild red-spotted grouper *Epinephelus akaara* under captive condition. Experiments were conducted under three dietary treatments: two commercial diets, floating pellet (FP) and sinking pellet (SP), and combination of SP and sliced fish (SP+SF). We repeated the observation twice using different-sized fish with average initial body weights 390 g (n = 23) and 290 g (n = 18), respectively. The fish accepted SP and SP+SF within four days both in the two trials. In the SP + SF treatment, fish accepted SF at first and then fed on SP 12-days later in the large fish and 3-days later in the small fish, respectively. The first feeding of large fish on FP (11-days) was later than small fish (4-days). Therefore, wild red-spotted grouper is recommended to feed the SF or SP.

Key words: red spotted grouper; food acclimatization; captive condition; broodstock culture

緒言

漁獲された天然魚を飼育する目的には、養殖用種苗、種苗生産用の親魚および水族館での展示が挙げられる。いずれの場合でも長期飼育するためには、餌付けをする必要がある。また、活魚での出荷を目的とした場合には、出荷までの期間が短い場合には給餌を要しないが、期間が長い場合には給餌することもある。

漁獲された天然魚への餌付けに関する記述は、養殖用に漁獲されたブリ *Seriola quinqueradiata* やカンパチ *Ser. dumerili* の稚魚が漁獲翌日からアジ *Trachurus* sp.、サバ *Scomber* sp.、カタクチイワシ *Engraulis*

japonicus、アオメエソ *Chlorophthalmus albatrossis* 等のミンチを活発に摂餌すること(茂野 1959)、クロマグロ *Thunnus orientalis* 幼魚では3日目にミンチを摂餌すること(広田ら 1976) や採捕後4日以内にイナカゴ *Ammodytes personatus*、サバ、マルソウダ *Auxis rochei rochei* の幼魚等の切り身を摂餌すること(山口 1986) がある。栽培漁業対象15種の親魚養成に関する総説(虫明ら 2003)によると、アカアマダイ *Branchiostegus japonicus* はオキアミを給餌すると餌付きやすいが、クエ *Epinephelus bruneus* は大型魚ほど餌付きにくく、ヒラメ *Paralichthys olivaceus* は餌付けさせるために毎日給餌す

ることが必要とされる。オニオコゼ *Inimicus japonicus* は餌付けにイカナゴ活魚を用いる必要があることも述べられている。ヤナギムシガレイ *Tanakius kitaharai* ではイソスジエビ *Palaemon pacificus* やオキアミを針金に付けて対象魚の目前で動かすことで餌付けが可能であるとされる(西岡 1986)。また、蓄養を目的としたアカメバル *Sebastes inermis* とクロメバル *Seb. ventricosus* を用いた試験では、後者の方が配合飼料に餌付きやすいことが報告されている(相田 2011)。このように、魚種によって餌付きやすさは異なる。また、飼育条件(餌付いた魚と混泳など)によっても餌付きやすさは異なると考えられるが、詳細な情報が明示されている魚種は上述のものに限られている。

キジハタ *Epinephelus akaara* は我が国では津軽海峡、青森県以南から九州南岸の日本海・東シナ海沿岸、瀬戸内海、相模湾から九州南岸の太平洋沿岸に分布する(瀬能 2013)。本種は高級魚であり、漁獲量が少ないことから、天然養成親魚を用いた放流用の種苗生産が行われている(虫明ら 2003)。しかしながら、本種の種苗生産には天然親魚を用いているにもかかわらず、漁獲されたキジハタの餌付けに関する知見は見当たらない。さらに、本種を含むハタ類はウイルス性神経壊死症(Viral Nervous Necrosis, VNN)の罹病が知られており(中井・森 2016)、親魚養成においては垂直感染のリスクがある。また、親魚に給餌する餌料魚からのVNN感染の可能性も指摘されており(中井・森 2016)、キジハタの親魚養成において、餌料に魚類を使わずに冷凍のエビやイカが用いられることもある(坂本 2017)。これらのことから、親魚へのVNNへの感染リスクを下げるためにも、親魚を配合飼料に餌付かせることは重要とされている(本藤ら 2006)。また、日本海側では海が大きく時化たときにキジハタが大量に漁獲されることが知られており(南部・

松尾 2021)、このような場合には、漁獲したキジハタを出荷調整のためにある程度の期間、蓄養することも考えられる。

このような背景から、漁獲されたキジハタ天然魚の配合飼料の摂餌開始時期を明確にしておくことは必要であると考えた。そこで本研究では、漁獲されたキジハタの餌付けに関する知見を蓄積することを目的として、生餌と配合飼料の摂餌開始時期を調査した。

材料と方法

供試魚

実験には、若狭湾で漁獲され、伊根漁港に活魚で水揚げされたキジハタを用いた。1回目の実験では2017年9月19日早朝に漁獲された天然魚69個体を(国研)水産研究・教育機構宮津庁舎に搬入し、全長と体重を測定してから2 kL 円型 FRP 水槽3面に23個体ずつ収容した(Table 1)。2回目の実験では2021年10月1日に30個体、同3日に18個体、同4日に8個体の天然魚を搬入した。10月4日にそのうちの54尾を測定して18個体ずつ2 kL 円型 FRP 水槽3面に収容した。両実験とも、FRP水槽に収容後、掛け流しで飼育した。また、キジハタは漁獲されてからFRP水槽に収容するまで無給餌とし、翌日から給餌を開始した。

キジハタへの給餌

実験は浮上性配合飼料給餌区(floating pellet, FP)、沈降性配合飼料給餌区(sinking pellet, SP)、および沈降性配合飼料と生餌(sliced fish, SF)の併用給餌区(SP+SF)の3区を設定した。浮上性配合飼料は1回目の実験では黒潮 P-7(粒径13 mm、株式会社ヒガシマル)、2回目の実験では黒潮 P-13(粒径13 mm、株式会社ヒガシマル)を用いた。沈降性配合飼料は1回目の実験ではクエ太郎 P-7(粒径13 mm、株式会社ヒガシマル)、2回目の実験ではクエ太郎 P-13(粒径13 mm、

Table 1. Number of individual, averages of total length and body weight, and total body weight of wild red-spotted grouper at day 0, 17 and 34 in two experimental trials.

		Days after initiation of rearing	0	17	34
Trial 1	Number of individuals	FP	23	23	23
		SP	23	23	23
		SP+SF→SP	23	23	23
	Total length (mm)*	FP	290.4±12.9 ^a	290.7±13.3 ^a	293.4±12.8 ^a
		SP	291.4±11.7 ^a	291.9±11.8 ^a	297.7±11.4 ^a
		SP+SF→SP	288.5±9.9 ^a	288.8±10.1 ^a	293.1±9.7 ^a
	Body weight (g)*	FP	390.9±51.0 ^a	395.2±52.2 ^a	379.3±52.5 ^a
		SP	390.3±50.5 ^a	404.0±47.9 ^b	430.3±51.1 ^c
		SP+SF→SP	386.5±46.5 ^a	404.3±50.1 ^b	399.3±44.5 ^b
Total body weight (g)	FP	8990	9090	8723	
	SP	8978	9291	9898	
	SP+SF→SP	8890	9299	9185	
		Days after initiation of rearing	0	16	32
Trial 2	Number of individuals	FP	18	18	18
		SP	18	17	17
		SP+SF→SP	18	18	18
	Total length (mm)*	FP	267.9±3.1 ^a	266.6±3.1 ^a	267.9±3.1 ^a
		SP	264.5±2.2 ^a	262.9±2.3 ^a	263.5±2.3 ^a
		SP+SF→SP	262.1±3.4 ^a	262.2±3.4 ^a	262.4±3.4 ^a
	Body weight (g)*	FP	294.6±122.8 ^a	303.4±123.7 ^{ab}	327.9±135.5 ^b
		SP	284.1±85.7 ^a	281.0±92.5 ^a	294.2±93.0 ^a
		SP+SF→SP	290.0±142.8 ^a	308.8±147.4 ^b	300.3±137.4 ^a
Total body weight (g)	FP	5302	5462	5902	
	SP	5114	4777	5001	
	SP+SF→SP	5220	5559	5406	

* Average±standard deviation. FP: floating pellet; SP: sinking pellet; SF: sliced fish (jack mackerel). Averages with different superscripts are significantly different among dietary treatments on the same rearing day (Tukey-Kramer test, $p < 0.05$).

株式会社ヒガシマル) を用いた。生餌はマアジ *Trachurus japonicus* の切り身 (1 切れ 6~20 g) を用いた。

収容翌日から全実験区に配合飼料を 9~10 時に給餌し 13 時過ぎに残餌を回収した。SP+SF 区のみ配合飼料の残餌を回収後、生餌を給餌し 16~17 時にその残餌を回収した。

給餌は摂餌の有無をできる限り観察しながら間欠的に約 1 時間、若干の残餌が出るまで続けた。配合飼料は予め 1 粒の平均重量を算出し、粒数を数えて給餌し、粒数に平均重量を乗じて給餌量を算出した。生餌については、給餌する切り身の湿重量を測定した。残餌量は配合飼料では回収した飼料粒数に平均重

量を乗じて求め、生餌では回収した切り身の湿重量を測定して求めた。給餌量から残餌量を引いて摂餌量とした。摂餌率は総魚体重に対する一定期間の摂餌量から算出した。

1回目と2回目の実験では、給餌をそれぞれ16日間と15日間行ない、給餌を終了した翌日に全長と体重を測定した。測定日の翌日から給餌を再開し、FP区とSP区は継続して同じ飼料を、SP+SF区では沈降性配合飼料のみを給餌した。再度、給餌を16日間と15日間行った翌日に全長と体重を測定し、実験を終了した。測定日の午後に配合飼料を給餌した2回目の実験の16日後を除いて、測定日は無給餌とした。

飼育期間中、水温調節は行わず、毎日9時頃に測定した水温は、1回目の実験では20.9~25.0℃、2回目の実験では20.7~25.0℃であった。

統計処理

全長と体重の平均値の各日数における実験区間および各実験区における日数間の比較は、全てTukey-Kramer検定($p < 0.05$)で行った。

結果

漁獲されたキジハタの摂餌

1回目の実験でキジハタの最初の摂餌が認められたのは、FP区では11日後(Fig. 1A)、SP区は3日後であった(Fig. 1B)。一方、SP+SF区の魚は4日後に生餌を摂餌するようになり、SPの摂餌が最初に確認されたのは12日後であったが、併用期間中にSPの摂餌が確認されたのは13日後と16日後の3回だけであった(Fig. 1C)。

FP区では実験期間中に総魚体重の0.5%の摂餌は見られなかったが(Fig. 1A)、SP区のキジハタは14日後に総魚体重の0.5%、20日後に1%を摂餌した(Fig. 1B)。SP+SF区では10日後に総魚体重の1%の生餌を摂餌し、12~14日後には総魚体重の2%以上を摂餌した

(Fig. 1C)。沈降性配合飼料については、単独給餌に切り替えた後17日目以降も総魚体重の1%を摂餌することはなく、0.5%を超えたのも1度だけであった。実験の前半と後半の摂餌率はFP区とSP区ではそれぞれ1.4%から3.2%および3.1%から14.8%へと増加したが、SP+SF区では生餌の給餌を中止すると13.4%から1.9%に低下した(Table 2)。

2回目の実験では、キジハタの最初の摂餌が認められたのは、FP区では4日後(Fig. 2A)、SP区では1回目と同様に3日後であった(Fig. 2B)。SP+SF区では収容した翌日に生餌の摂餌を開始し、SPの摂餌は4日後に確認された(Fig. 2C)。1回目の実験とは異なり、SPの摂餌はこれ以降毎日確認された。

FP区のキジハタは12日後に総魚体重の0.5%を摂餌した(Fig. 2A)。摂餌量は26日後に最も多かったが、総魚体重の1%には僅かに届かなかった。SP区では15日後に総魚体重の0.5%、27日後に1%を摂餌した(Fig. 2B)。SP+SF区の魚は5日後に総魚体重の1%の生餌を摂餌し、12~15日後の期間には総魚体重の2%以上を摂餌することがあった(Fig. 2C)。SPについては、単独給餌に切り替えた後も総魚体重の0.5%を摂餌することはなかった。実験の前半と後半の摂餌率は1回目の実験と同様に、FP区とSP区ではそれぞれ3.5%から10.1%および2.3%から7.7%へと増加したが、SP+SF区では生餌の給餌を中止すると20.6%から3.4%に低下した(Table 2)。

キジハタの成長

1回目では実験期間中に死亡した個体はいなかったが、2回目ではSP区において14日後に1個体が死亡した(Table 1)。

1回目の各実験区の開始時のキジハタの平均全長は288.5~291.4mmで、有意な差はなかった(Table 1)。実験終了時には293.1~297.7mmとすべての実験区で増加したが、有意な違いは認められなかった。また、各実験区の日

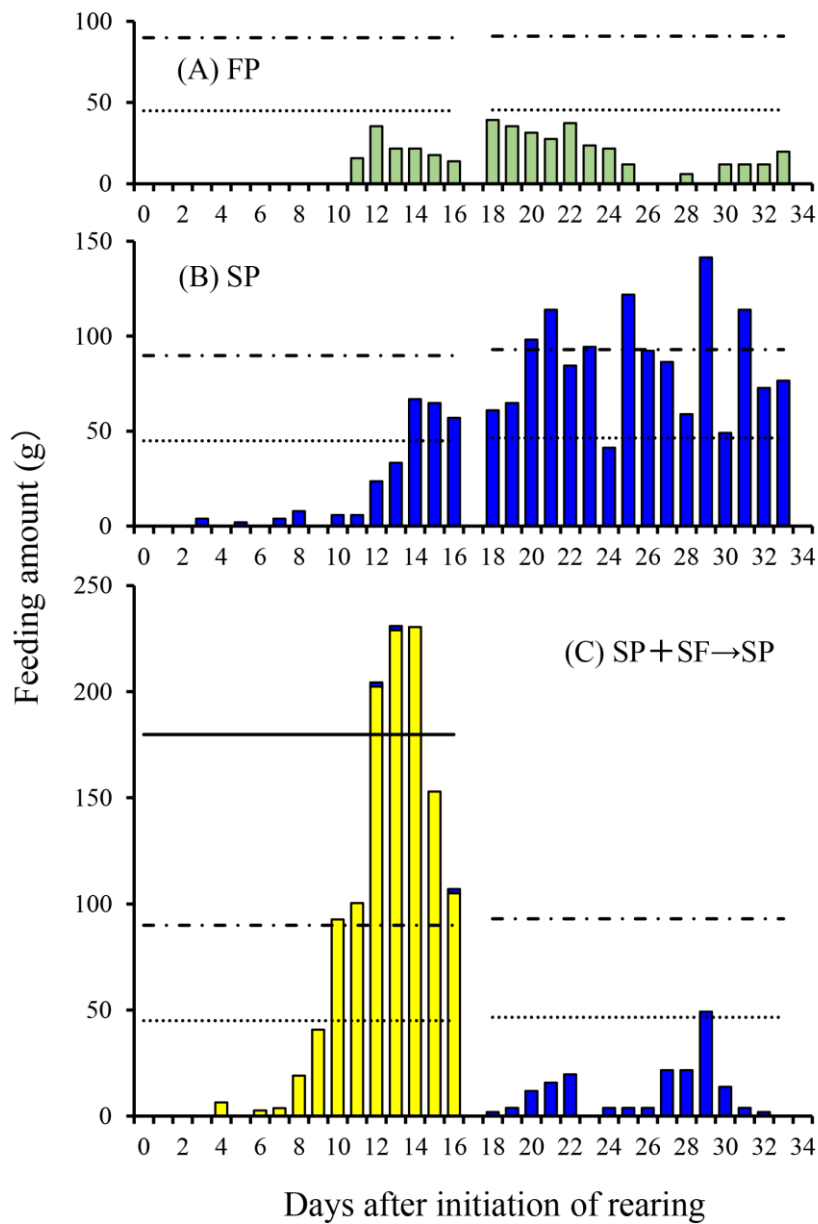


Fig. 1. Feeding amounts of wild red-spotted grouper (390 g BW) fed the three dietary treatments (Trial 1). Two commercial diets and sliced fish were fed to fish in the morning and afternoon, respectively. FP: floating pellet; SP: sinking pellet; SF: sliced fish (jack mackerel). Green, blue and yellow columns show values of FP, SP and SF, respectively. Dotted, dashed and solid lines show 0.5 %, 1 % and 2 % of total body weight, respectively.

数間でも有意な差はなかった (Table 3)。一方、平均体重はFP区では、実験開始時に390.9 gで、17日後には395.2 gに増加したが、有意な差は見られず、実験終了時には379.3 gと開始時よりも有意に減少した ($p < 0.05$, Table 3)。SP区では開始時の390.3 gから17日後には404.0 g、

実験終了時には430.3 gと順調に有意な増加を示した ($p < 0.05$, Table 3)。SP+SF区では実験開始時の386.5 gの平均体重が17日後に404.3 gと有意に増加したが ($p < 0.05$, Table 3)、生餌の給餌を停止してからは399.3 gと減少に転じたが、17日後とは有意な差はなかった (Table

Table 2. Feeding ratio of wild red-spotted grouper fed the three dietary treatments.

		Feeding duration (days)	20 Sep. - 5 Oct. 2017 (16)	7 Oct. - 22 Oct. 2017 (16)
Trial 1		FP	1.4	3.2
	Feeding ratio (%)*	SP	3.1	14.8
		SP+SF→SP	13.4	1.9
		Feeding duration (days)	4 - 19 Oct. 2021 (15)	20 Oct. - 4 Nov. 2021 (16)
Trial 2		FP	3.5	10.1
	Feeding ratio (%)*	SP	2.3	7.7
		SP+SF→SP	20.6	3.4

* Feeding ratio (%) = total body weight / feeding weight × 100. FP: floating pellet; SP: sinking pellet; SF: sliced fish (jack mackerel).

3)。実験区間で比較すると、17日後のFP区の平均体重は、SP区とSP+SF区よりも軽く ($p < 0.05$)、実験終了時には全ての区間で有意な差が認められ、SP区が最も重かった ($p < 0.05$, Table 1)。

2回目の各実験区の開始時のキジハタの平均全長は262.1~267.9 mmで、有意な差は検出されなかった (Table 1)。終了時も262.4~267.9 mmとほとんど変わらず有意差はなかった。また、各実験区の日数間でも有意な差はなかった (Table 3)。一方、平均体重はFP区では、実験開始時に294.6 gで、16日後には303.4 g、実験終了時には327.9 gと順調に増加し、開始時と終了時の間で有意な差が見られた ($p < 0.05$, Table 3)。SP区では開始時の284.1 gが16日後には281.0 gと減少したが、実験終了時には294.2 gと増加した。SP+SF区では1回目と同様に、実験開始時の290.0 gの平均体重が16日後に308.8 gにまで増加したが、生餌の給餌を停止してからは300.3 gと減少に転じた。SP区とSP+SF区における平均体重は日数間で有意な差はなかった (Table 3)。実験区間で比較すると、16日後の平均体重は、SP区が最も軽く、最も重いSP+SF区とは有意な差が認められたが ($p < 0.05$)、実験終了時にはこの間では有意な差が

認められず、最も重いFP区と他の2区との間で差が見られた ($p < 0.05$, Table 1)。

考察

水槽に収容した天然キジハタは、給餌した3種類の飼餌料のうち生餌 (SF) と沈降性配合飼料 (SP) を4日以内に摂餌を開始した。この最初の摂餌は、漁獲直後から4日以内に摂餌するブリやカンパチの稚魚 (茂野 1959) とクロマグロ幼魚 (広田ら 1976; 山口 1986) と同様に早かった。キジハタは沈降性配合飼料の単独給餌ではすぐに餌付けされたが、生餌と併用した場合には、生餌に餌付き、その後に配合飼料単独に切り替えても摂餌量は低かった。一方、浮上性配合飼料 (FP) をキジハタが摂餌したのは2回目の実験では他の餌と同様に摂餌開始が4日後と早かったが、1回目の実験では11日後と遅く、その後の摂餌量も低かった。キジハタ天然魚の胃内容物はカタチイワシが見られることもあるが、底生生物が主である (玉木 1981; 松村・福田 1986; 萱野 2001)。そのため、天然魚が浮いた状態の餌を摂餌する機会がほとんどないことが影響した可能性がある。また、2回目の実験の供試魚は1回目よりも小型であった。シマアジ

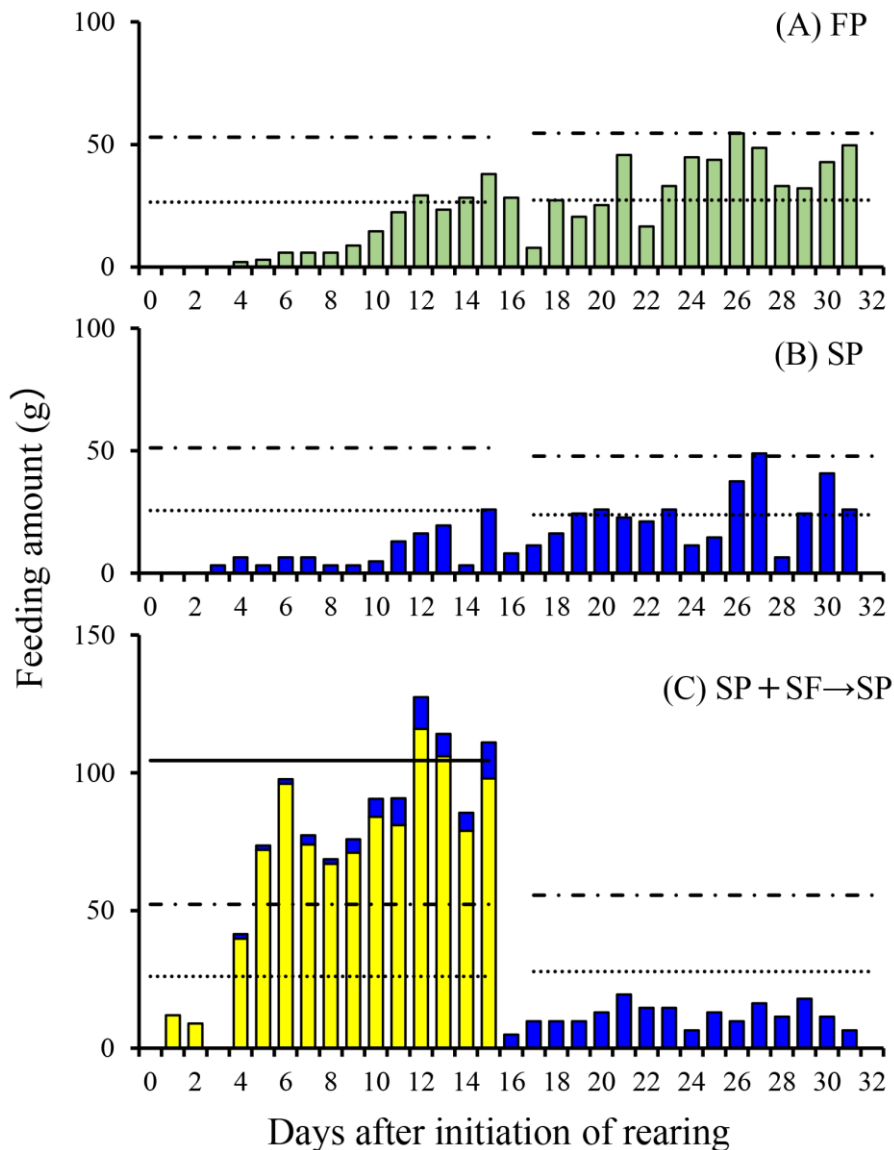


Fig. 2. Feeding amounts of wild red-spotted grouper (290 g BW) fed the three dietary treatments (Trial 2). Except for day 16, two commercial diets and sliced fish were fed to fish in the morning and afternoon, respectively. FP: floating pellet; SP: sinking pellet; SF: sliced fish (jack mackerel). Green, blue and yellow columns show values of FP, SP and SF, respectively. Dotted, dashed and solid lines show 0.5%, 1% and 2% of total body weight, respectively.

Pseudocaranx dentex では小型個体ほど環境に適応しやすく学習が早いことが報告されていることから (塚本ら 1995)、1 回目と 2 回目における初回摂餌時期の違いは異なる魚体の大きさのためと考えられた。さらに、2 回目の供試魚は数日かけて集めたため飢餓期間が長いことも影響した可能性もある。

今回のキジハタの平均体重の変化と摂餌

率との関係を見ると、15 日間ないしは 16 日間の給餌期間に、1 日に魚体重の 0.5% 以上を複数回摂餌できなかった実験区では、平均体重の減少が見られた。しかしながら、1 回目の実験の FP 区では最初の 16 日間、ほとんど摂餌しなかったにもかかわらず、平均体重がわずかに増加したが、これは水分を多く取り込んだためと思われた。15 日間ないしは 16 日

Table 3. Results of statistical significance used Tukey-Kramer test.

Comparison between days		0 vs 17	0 vs 34	17 vs 34
Trial 1	Total length (mm)	FP	ns	ns
		SP	ns	ns
		SP+SF→SP	ns	ns
	Body weight (g)	FP	ns	*
		SP	*	*
		SP+SF→SP	*	*
Comparison between days		0 vs 16	0 vs 32	16 vs 32
Trial 2	Total length (mm)	FP	ns	ns
		SP	ns	ns
		SP+SF→SP	ns	ns
	Body weight (g)	FP	ns	*
		SP	ns	ns
		SP+SF→SP	ns	ns

Asterisks show significant difference ($p < 0.05$). FP: floating pellet; SP: sinking pellet; SF: sliced fish (jack mackerel).

間の給餌期間におけるキジハタの総魚体重に対する摂餌率は、1回目の実験のFP区では前半の摂餌率が1.4%と低いにもかかわらず、キジハタの平均体重が増加し、後半は3.2%と前半よりも高かったが、体重が減少した。他の区では摂餌率3.1%以上では平均体重が増加し、1.9%では平均体重が減少した。2回目の実験では、摂餌率3.5%以上では平均体重が増加し、3.5%未満では平均体重が減少した。このように、キジハタの体重の変化と摂餌率の間で明瞭な関係を見出すことはできなかったが、ある程度の摂餌ができなかった魚は体重が減少するので、飼育期間が短い出荷調整のための蓄養用を除いて、可能な限りすみやかに餌付ける必要があるだろう。

キジハタは通常の海水よりも低い塩分の海水で無給餌飼育したときの体重減少が少ない(森田2017)。また、漁獲された海水魚は外傷やストレスを受けているが、低塩分海水で飼育することにより死亡率が低下することも知られている(御堂岡ら2017)。漁獲量が少ないため、漁獲により傷ついたキジハタも餌付

けしなければならない状況になった場合には、死亡率を減らすためこのような低塩分海水中で餌付けを行うことも必要になると考えられる。低塩分条件では餌も沈みやすくなると考えられるので、この条件における餌付けに関する知見も蓄積する必要があると思われる。

以上のことから、漁獲されたキジハタは4日以内に生餌と配合飼料を摂餌することが明らかとなった。生餌には餌付きやすいが、配合飼料に餌付ける場合は沈降性のものを用いるのが望ましく、また生餌との併用は避ける方が良いだろう。他の魚種についても漁獲後の初回摂餌の知見が無ければ情報を得る必要があると思われる。

引用文献

- 相田 聡 (2011). メバル類の蓄養を通じた成長、生残及び体成分の違いについて. 平成22年度広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター研究成果発表要旨集. <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/41661.pdf/> (accessed on 13 July 2020).
- 広田仁志・生田敬昌・森田正一 (1976). クロマ

- グロの養成について. 栽培技研 5: 1-9.
- 本藤 靖・村上直人・虫明敬一・津崎龍雄 (2006). ヒラメ天然魚を用いた配合飼料給餌による親魚養成と採卵. 日水誌 72: 873-879.
- 萱野泰久 (2001). 人工漁礁に蝟集するキジハタの食性. 水産増殖 49: 15-21.
- 松村眞作・福田富男 (1986). 刺網標本船によるキジハタの漁獲状況と若干の生物学的知見. 岡山水試報 1: 27-32.
- 森田哲男 (2017). キジハタ養殖. 循環式陸上養殖. 飼育ステージ別〈国内外〉の事例にみる最新技術と産業化. 緑書房, 東京, p. 197-203.
- 中井敏博・森広一郎 (2016). ウイルス性神経壊死症. 魚病研究 51: 158-162.
- 南部智秀・松尾圭司 (2021). さけ・ます等栽培対象資源対策事業 (キジハタ). 山口県水産研究センター事業報告 平成31年度: 45-46.
- 西岡豊弘 (1986). ヤナギムシガレイ. 日本栽培漁業協会事業年報 昭和 60 年度: 61-65.
- 御堂岡あにせ・川口 修・工藤孝也・飯田悦左・長尾則男・松本拓也 (2017). 低塩分飼育が外傷のある海産魚の生残性に与える影響について. 日水誌 83: 77-79.
- 虫明敬一・本藤 靖・崎山一孝・浜田和久・堀田卓朗・吉田一範 (2003). 日本栽培漁業協会における親魚養成技術開発の現状と今後の課題. 栽培技研 30: 79-100.
- 坂本 久 (2017). キジハタの親魚養成. 循環式陸上養殖. 飼育ステージ別〈国内外〉の事例にみる最新技術と産業化. 緑書房, 東京, p. 133-135.
- 瀬能 宏 (2013). ハタ科. 日本産魚類の検索全種の同定 (第3版). (編) 中坊徹次. 東海大学出版会, 秦野, p. 757-802.
- 茂野邦彦 (1959). 流れ藻についたブリ・カンパチの養魚について. 水産増殖 7: 1-6.
- 玉木哲也 (1981). 但馬沿岸におけるキジハタの食性および二・三の行動について. 兵庫水試研報 20: 29-32.
- 塚本勝巳・塩澤 聡・小金隆之・阪倉良孝・水田洋之介 (1995). 成長に伴うシマアジの学習能の変化. 栽培技研 24: 45-51.
- 山口光明 (1986). クロマグロ. 浅海養殖. (編著) (社) 資源協会. 大成出版社, 東京, p. 335-355.

Received: 18 January 2022 | Accepted: 9 March 2022 | Published: 12 March 2022