

養殖技術向上化試験

増養殖環境課 渡辺 貢・黒原 健朗

はじめに

本県の魚類養殖は、小規模な経営体が多く、飼料価格の高騰や販売価格の低迷といった社会的影響を受けやすいため、厳しい経営状況が続いている。

そこで、本県の主要な養殖対象魚種であるマダイ及びカンパチにおいて、養殖業者からの要望と関心が大きいコスト削減、品質向上等の技術開発を行い、経営強化に意欲的に取り組むグループの活動を飼育技術面から支援する。

1 効率的な給餌頻度の検討

コスト削減が急務である現在の養殖生産状況において、生産経費の約 60%を占める餌料コストを削減するとともに、漁場環境への負荷低減につながる給餌方法を確立するため、飼料効率が低下する高水温期及び低水温期の適正な給餌頻度を検討する。

(1) マダイ 0 歳魚

1) 夏季試験

方法

供試魚には 2011 年 6 月に民間会社で種苗生産されたマダイ稚魚を、試験開始まで市販のマダイ用エクストルーディッドペレット（以下「EP」と略す）で育成したものをを用いた。飼育試験は高水温期である 2011 年 7 月 15 日から 9 月 8 日まで（56 日間）実施した。給餌には、週 5 日、週 4 日、週 3 日及び週 2 日給餌の 4 試験区を設定し、3.3×3.3×3.3m 海面小割網生簀に平均体重約 43 g のものを各 300 尾ずつ収容した。

餌料は市販のマダイ用 EP を各試験区の給餌日に 1 日 1 回飽食給餌し、2 週間ごとに網替えを実施するとともに総重量を測定した。

結果と考察

試験成績を表 1 に、平均体重の推移を図 1 に示した。8 週間の試験期間中の水温（午前 9 時、水深 2m）は 24.7～29.8℃で、この時期としては最近数年間よりも低い水温変化であった。試験期間中の総給餌日数は、週 5 日区からそれぞれ 40、32、24 及び 16 日で、日間給餌率は給餌頻度が高いほど高かったが、給餌した日数を基に算出した給餌率（以下「給餌日給餌率」という）は給餌頻度が高いほど低くなった。これは、給餌頻度の低い試験区では給餌条件に適応し、1 回当たりの摂餌量を増やし給餌頻度の不足を補っていると考えられた。

試験終了時の平均体重と増重率は、給餌頻度が高いほど良好であったが、週 5 日区と週 4 日区では差がなく、週 2 日区は明らかに劣っており餌不足であることが分かった。

飼料効率は週 4 日区と週 3 日区が優れており、週 4 日区は週 5 日区と同等の成長を示したにもかかわらず、総給餌量は 10.6%少なくなっていた。

以上の結果から、夏季の高水温期には 4 日／週の給餌頻度で飽食給餌すれば効率的で、餌料の削減につながる事が分かった。

表 1 試験成績

項目\試験区	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時尾数(尾)	300	300	300	300
終了時尾数(尾)	294	299	299	299
生残率(%)	98.0	99.7	99.7	99.7
開始時平均体重(g)	43.4	43.4	43.4	43.4
終了時平均体重(g)	133.2	127.1	109.3	77.0
増重率(%)	205.2	192.9	151.6	77.5
給餌量(g) ^{*1}	36,272	32,437	24,674	14,166
飼育期間	7/15~9/8			
飼育日数(日)	56			
給餌日数(日)	40	32	24	16
飼育水温<平均>(°C)	24.7~29.8<27.9>			
日間給餌率(%/日) ^{*2}	2.47	2.27	1.93	1.40
給餌日給餌率(%/日) ^{*3}	3.46	3.97	4.50	4.91
日間成長率(%/日) ^{*2}	1.82	1.75	1.54	1.00
飼料効率(%) ^{*1}	73.6	77.4	80.0	71.2

*1: 湿重量、*2: 飼育日数、*3: 給餌日数

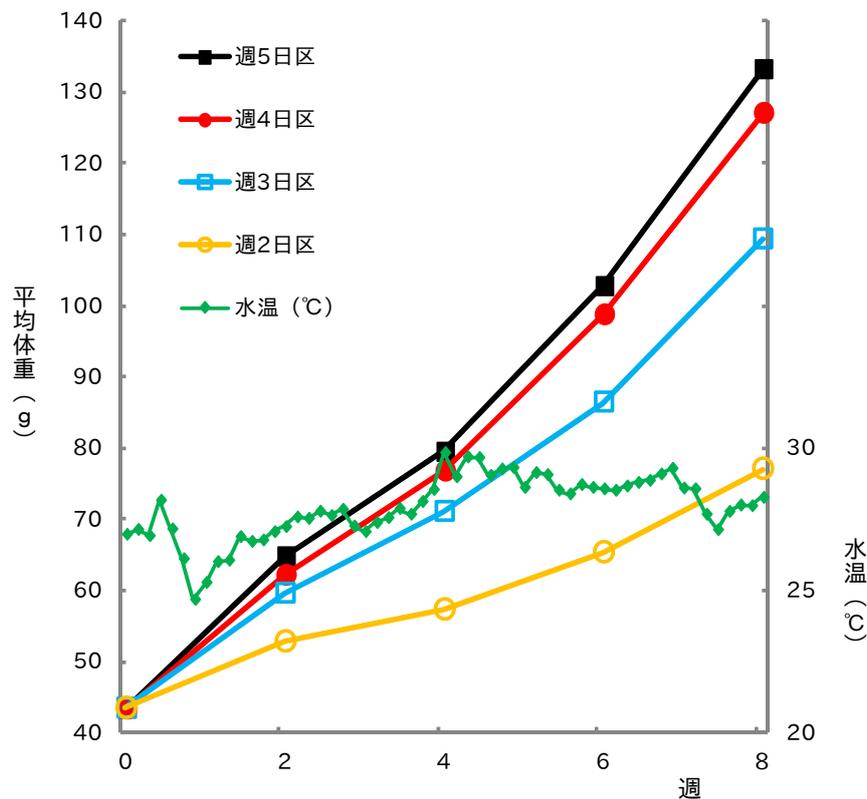


図 1 平均体重の推移

なお、一旦給餌頻度を低くして成長が鈍化した場合、通常の給餌頻度に戻して飼育成績が向上するか検討するため、各試験区の魚をそのままに全試験区で5日/週の1日1回飽食給餌で2週間継続飼育した。その結果、この間の増重率及び飼料効率は、それぞれ試験期間中の週5

日区から順に 19.5、22.3、27.9、45.9%及び 59.3、60.2、63.1、79.6%で、日間成長率も 1.27、1.44、1.75、2.67%/日とそれまで給餌頻度が低かった試験区ほど大幅に改善していた。このことから、一旦給餌量を減らしても通常給餌再開後に急成長する可能性が示唆され、赤潮や魚病の発生時に有効な手段とされている絶食が被害軽減のみならず、給餌量の削減や環境負荷低減につながる可能性が見出された。

2) 冬季試験

方法

供試魚は前述の 1) 夏季試験と同じ由来のマダイ稚魚を、試験開始まで市販のマダイ用 EP で育成したものをを用いた。

飼育試験は低水温期である 2011 年 12 月 15 日から 2012 年 4 月 4 日まで (112 日間) 実施した。

給餌は、週 4 日、週 3 日、週 2 日及び週 1 日給餌の 4 試験区を設定し、3.3×3.3×3.3m 海面小割網生簀に平均体重 268 g のものを各 300 尾ずつ収容した。

餌料は市販のマダイ用 EP を各試験区の給餌日に 1 日 1 回飽食給餌し、2 週間ごとに網替えを実施するとともに 4 週間ごとに総重量を測定した。

結果と考察

試験成績を表 2 に、平均体重の推移を図 2 に示した。16 週間の試験期間中の水温 (午前 9 時、水深 2m) は 11.5~17.8℃で、この時期としては例年よりやや低めの水温変化であった。試験期間中の総給餌日数は、週 4 日区からそれぞれ 64、48、32 及び 16 日で、日間給餌率は給餌頻度が高いほど高かったが、給餌日給餌率は給餌頻度が高いほど低くなった。これは、夏季試験と同様の生理作用と考えられるが、低水温期には給餌頻度が低いほど一度の摂餌量が多くなる傾向が見られた。

表 2 試験成績

項目\試験区	週 4 日区	週 3 日区	週 2 日区	週 1 日区
開始時尾数 (尾)	300	300	300	300
終了時尾数 (尾)	288	298	290	299
生残率 (%)	96.0	99.3	96.6	99.6
開始時平均体重 (g)	268	268	268	268
終了時平均体重 (g)	419	419	393	376
増重率 (%)	54.2	55.6	45.9	39.7
給餌量 (g) *1	65,302	65,572	56,044	40,339
飼育期間	12/15~4/4			
飼育日数 (日)	112			
給餌日数 (日)	64	48	32	16
飼育水温〈平均〉(℃)	11.5~17.8〈14.3〉			
日間給餌率 (%/日) *2	0.58	0.57	0.51	0.37
給餌日給餌率 (%/日) *3	1.01	1.33	1.79	2.61
日間成長率 (%/日) *2	0.39	0.39	0.34	0.30
飼料効率 (%) *1	66.9	68.3	66.1	79.4

*1 : 湿重量、*2 : 飼育日数、*3 : 給餌日数

試験終了時の平均体重と増重率は、給餌頻度が高いほど良好であったが、週 4 日区と週 3 日区は同等であり、週 2 日区と週 1 日区もある程度の増重が見られ、夏季試験よりも餌不足に陥っているようには判断できなかった。試験期間中の成長及び飼料効率については、4 週間目ま

では給餌頻度が低いほど給餌日の間隔に慣れるまで劣っていたが、その後8週間目までは給餌間隔にも慣れ、また、水温の低下に伴い週4日～週2日区の飼料効率が低下したのに対して週1日区が最も優れていた。しかし、9週間目以降は日毎の寒暖の差が大きく、その影響で水温も変動し週2日と週1日区は、たまたま水温の低い日に給餌日が当たり成長及び飼料効率が低調となった。

試験終了時の成績を比較すると、増重率は週3日区が、飼料効率は週1日区が優れていたが、成長は週4日区と週3日区が最も良好であり、総給餌量もほぼ同等であった。

以上の結果から、冬季の低水温期には3日／週の給餌頻度で飽食給餌すれば、餌料コストの削減にはならないが、給餌労力の軽減につながり、飼育管理に専念できることが分かった。

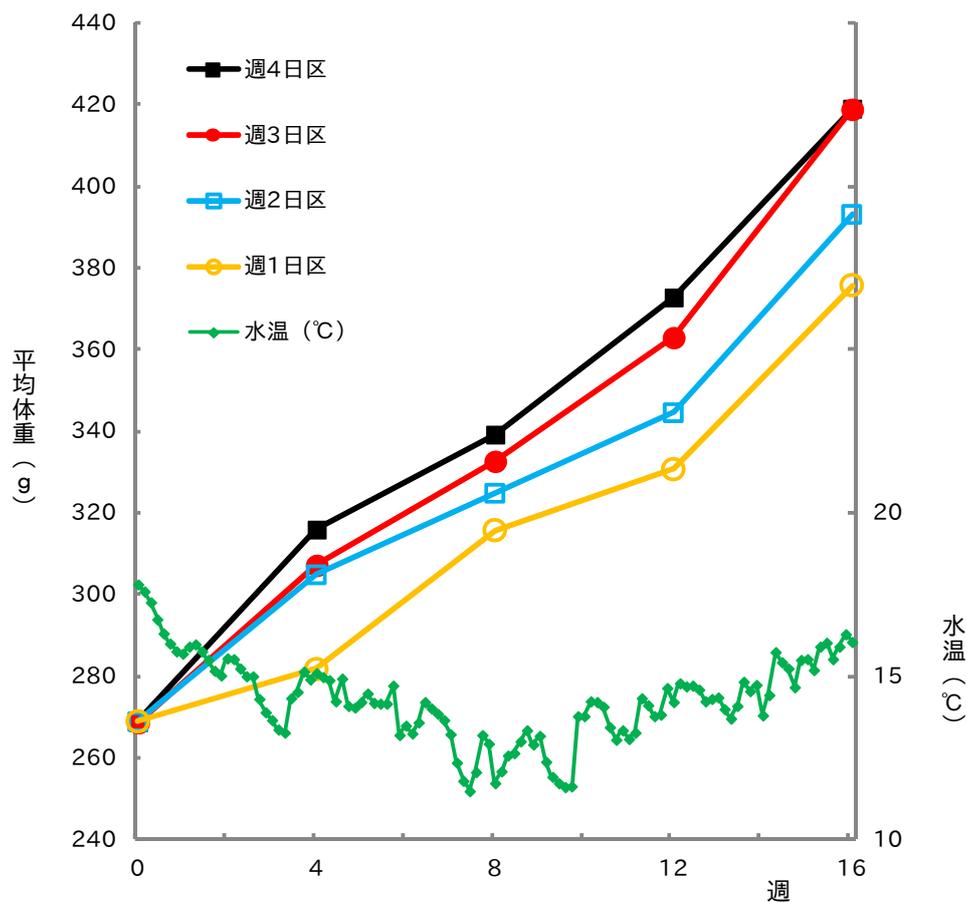


図2 平均体重の推移

(2) カンパチ0歳魚

1) 夏季試験

方法

供試魚として、2011年5月上旬に土佐湾で採捕された天然のカンパチ稚魚を試験開始まで市販のブリ用EPで予備飼育したものをを用いた。平均体重127gのカンパチ0歳魚を300尾ずつ海面小割網生簀(3.3×3.3×3.3m)4面に收容し、飼育試験は高水温期の2011年7月22日から8月25日まで(35日間)実施した。給餌には、週5日、週4日、週3日及び週2日給餌の4試験区を設定し、市販のブリ用EPを各給餌日に1日1回飽食給餌した。

2週間ごとに網替え、淡水浴を実施するとともに各試験区の総重量を測定した。

結果と考察

試験成績を表3に、平均体重の推移を図3に示した。

表3 試験成績

項目\試験区	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時尾数(尾)	300	300	300	300
終了時尾数(尾)	185	298	297	299
生残率(%)	61.7	99.3	99.0	99.7
開始時平均体重(g)	127	127	127	127
終了時平均体重(g)	284	247	210	164
増重率(%)	128	96	66	29
給餌量(g) ^{*1}	56,659	44,904	33,366	21,399
飼育期間	7/22~8/25			
飼育日数(日)	35			
給餌日数(日)	24	19	14	10
飼育水温<平均>(°C)	26.0~29.8<28.1>			
日間給餌率(%/日) ^{*2}	3.25	2.30	1.90	1.41
給餌日給餌率(%/日) ^{*3}	4.74	4.23	4.75	4.92
日間成長率(%/日) ^{*2}	2.19	1.84	1.41	0.73
飼料効率(%) ^{*1}	86.3	81.0	74.9	52.0

*1: 湿重量、*2: 飼育日数、*3: 給餌日数

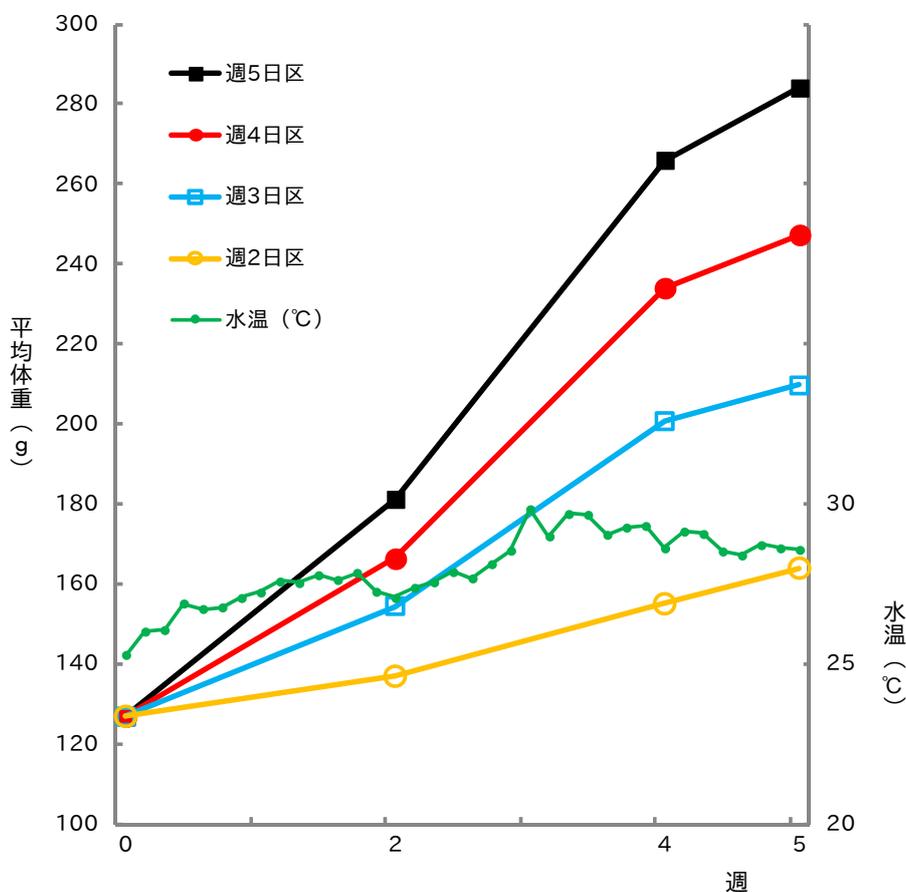


図3 平均体重の推移

当初、8週間の飼育試験を予定していたが、試験開始後34日目に赤潮（シャットネラ属）の被害に遭い、週5日区で117尾が死亡したため、35日目に試験を中止した。なお、34日目に死亡魚が確認されたのは、前日給餌した週5日区のみであった。5週間の試験期間中の水温（午前9時、水深2m）は26.0～29.8℃で、この時期としては最近数年間よりも低い水温変化であった。試験期間中の総給餌日数は、週5日区からそれぞれ24、19、14及び10日で、日間給餌率は給餌頻度が高いほど高かった。給餌日給餌率は週4日区がやや低かったが、その他の試験区は同等であった。これは、4週間目以降に散発した赤潮により全試験区で本来の摂餌活性ではなかったことに起因するもので、週4日区の給餌日に赤潮の濃度が高かったことによるものと推察される。

試験終了時の平均体重、増重率及び飼料効率は、給餌頻度が高いほど良好であった。特に、週2日区はいずれの項目も明らかに劣っており餌不足であることが分かった。本年は前年までとは異なり水温が30℃以上にならず、また、長続きしなかったことから、カンパチにとって適水温帯であったと考えられ、給餌頻度が最も高い週5日区でも食欲を調整する機構が十分に機能していた可能性があり、試験成績が低下しなかったものと考えられる。

以上の結果から、水温が25～30℃までは給餌頻度が高いほど飼育成績は良好であるが、赤潮発生時に給餌すれば死亡する危険性が高まることが改めて確認された。

なお、今回は30℃を超える高水温条件での試験はできなかったが、高水温が長引いた場合には飼育成績が低下すると推測されるため、今後の検証が必要である。

2) 冬季試験

方法

供試魚には、前述(2)-1)の夏季試験終了後から混合して市販のブリ用EPを給餌し予備飼育したものをを用いた。平均体重649gのカンパチ0歳魚を160尾ずつ海面小割網生簀(3.3×3.3×3.3m)4面に収容し、飼育試験は低水温期の2011年12月22日から2012年4月11日まで(112日間)実施した。給餌には、週4日、週3日、週2日及び週1日給餌の4試験区を設定し、市販のブリ用EPを各給餌日に1日1回飽食給餌した。

2週間ごとに網替え、淡水浴を実施するとともに、4週間ごとに各試験区の総重量を測定した。

結果と考察

試験成績を表4に、平均体重の推移を図4に示した。

16週間の試験期間中の水温（午前9時、水深2m）は11.5～17.1℃で、この時期としては例年よりもやや低い水温変化であった。試験期間中の総給餌日数は、週4日区からそれぞれ64、48、32及び16日で、日間給餌率は夏季試験より差は少なかったが、給餌頻度が高いほど高かった。給餌日給餌率は給餌頻度が高いほど低くなり、マダイと同様の傾向であった。また、日間成長率は週1日区を除いて週4日～週2日区では同等であった。

試験終了時の平均体重は週4日～週2日区が、増重率は週4日区と週2日区がそれぞれ同等であった。飼料効率は、低水温の影響でいずれも低調であったが週2日区が最も良く、週4日区に対して3.9ポイント高かった。単位増重量当たりに必要な飼料重量を示す増肉係数は、週4日区の3.90に対して週2日区は3.39であり、約13%の餌料が削減できた。また、週1日区はいずれの項目も明らかに劣っており餌不足であることが分かった。

水温が15℃を下回ると全試験区で成長の鈍化が見られ、特に週4日区では、水温が15℃以下になった5～8週間目までは摂餌がほとんど成長に結びついていなかった。これは、給餌頻

度が高いほど消化・吸収が間に合わなかったことが考えられ、無駄な給餌になることが示唆された。

以上の結果から、冬季の低水温期には2日/週の給餌頻度で飽食給餌すれば効率的で、餌料の削減につながる事が分かった。

表 4 試験成績

項目\試験区	週4日区	週3日区	週2日区	週1日区
開始時尾数(尾)	160	160	160	160
終了時尾数(尾)	152	139	147	152
生残率(%)	95.0	86.9	91.9	95.0
開始時平均体重(g)	649	649	649	649
終了時平均体重(g)	759	750	754	703
増重率(%)	15.3	13.9	15.2	7.6
給餌量(g) ^{*1}	61,800	55,779	53,300	35,593
飼育期間	12/22~4/11			
飼育日数(日)	112			
給餌日数(日)	64	48	32	16
飼育水温<平均>(°C)	11.5~17.1 <14.3>			
日間給餌率(%/日) ^{*2}	0.50	0.48	0.44	0.30
給餌日給餌率(%/日) ^{*3}	0.88	1.11	1.55	2.11
日間成長率(%/日) ^{*2}	0.14	0.13	0.13	0.07
飼料効率(%) ^{*1}	25.6	25.8	29.5	22.2

*1: 湿重量、*2: 飼育日数、*3: 給餌日数

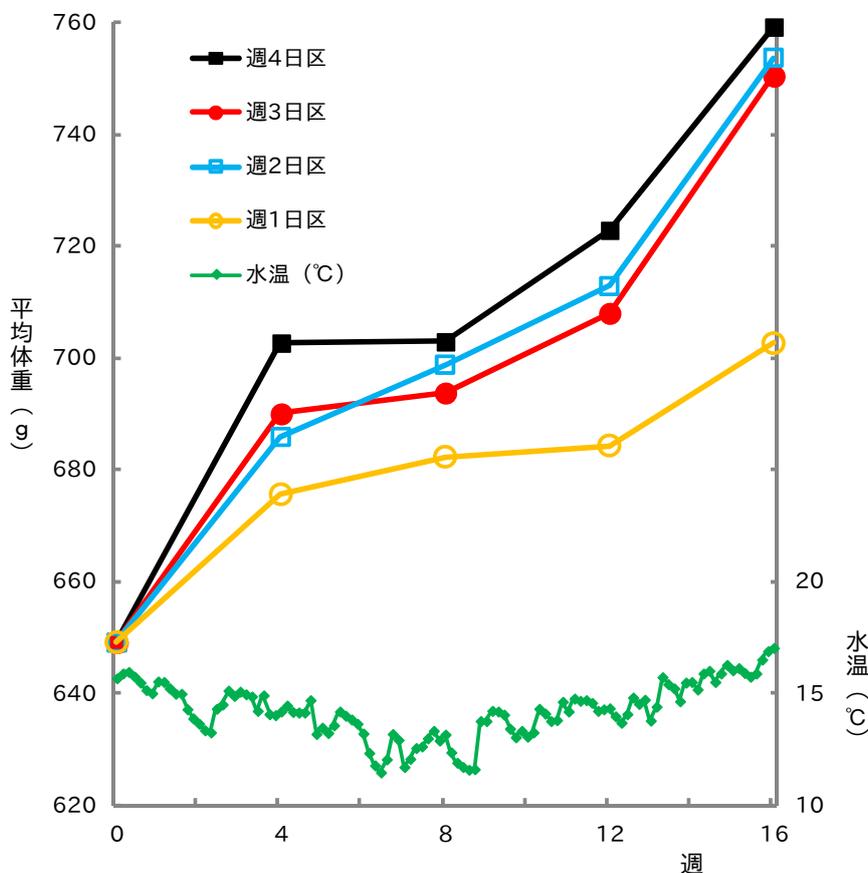


図 4 平均体重の推移

また、カンパチにとって 15℃以下では適水温帯を下回るため成長の鈍化は避けられず、無駄な餌料を減らすには体重維持程度に大幅に給餌間隔を空ける必要がある。さらに、飼育試験を実施した浦ノ内湾のように水温が低下する海域では飼育期間が延びるため、餌料コストや歩留まり低下へのリスクが高まることからカンパチ養殖には不適と言えるだろう。

2 飼料添加物の利用による効果の検討

県内特産品である生産量全国 1 位の「ショウガ」や県西部で栽培が盛んな柑橘類の「直七」を用い、その養魚飼料への利用性を検証する。

(1) ショウガ粉末添加飼料給餌試験

1) マダイ 0 歳魚夏季試験

方法

供試魚には前述の「1 効率的な給餌頻度の検討」と同じ由来で、試験開始まで市販のマダイ用 EP を給餌し予備飼育した平均体重約 37g のマダイ 0 歳魚を用い、屋内の 1 トン FRP 円形水槽に各 120 尾ずつ収容した。飼育試験は高水温期である 2011 年 7 月 13 日から 9 月 6 日まで (56 日間) 実施した。試験飼料にはシングルモイストペレット (以下「SMP」と略す) を用い、その配合組成は表 5 に示したとおりである。対照区にはショウガ粉末を添加せず、試験飼料中にそれぞれ 0.01%、0.1% 及び 1% の割合でショウガ粉末を添加した 3 試験区を設けた。試験飼料は 2 週間ごとに製造し、給餌の際まで -20℃ で保存した。給餌は週 6 日間 1 日 1 回の飽食給餌とした。

2 週間ごとに水槽替えを実施し、同時に各試験区の総重量を測定した。

表 5 試験飼料の配合組成 (%)

試験区	対照	ショウガ0.01%	ショウガ0.1%	ショウガ1%
マダイ用マッシュ	70	70	70	70
フィードオイル	6	6	6	6
水	24	24	24	24
ショウガ粉末	0	0.01	0.1	1
総合ビタミン剤	2	2	2	2

結果と考察

試験成績を表 6 に、平均体重の推移を図 5 に示した。

8 週間の試験期間中の午前 9 時の水温は 26.0~29.8℃で、この時期の屋内水温としては例年並であった。試験期間中の総給餌日数は、全試験区とも 48 日で、日間給餌率は、2.5% / 日前後であった。日間成長率及び飼料効率も全試験区でそれぞれ 1.3% / 日、51% 前後と同等であった。しかし、試験終了時の平均体重は対照区と 0.01% 区の 77g に対して、0.1% 区と 1% 区は 82g とやや良好であり、増重率も同様に対照区や 0.01% 区に比べて 0.1%、1% 区が約 10% 高くなった。飼料効率が同等であったにもかかわらず成長に差が生じたのは摂餌量の多少によるもので、ショウガ粉末を飼料に対して 0.1% 以上添加することで摂餌量が増え増重につながったと考えられる。また、試験終了時に全数の魚体測定を行い算出した肥満度は、ショウガ粉末の添加量に伴って高くなっていた。

表 6 試験成績

項目\試験区	対照	ショウガ0.01%	ショウガ0.1%	ショウガ1%
開始時尾数 (尾)	120	120	120	120
終了時尾数 (尾)	116	116	109	116
生残率 (%)	96.7	96.7	90.8	96.7
開始時平均体重 (g)	36.9	36.9	36.8	36.9
終了時平均体重 (g)	77.3	76.6	81.9	82.3
終了時肥満度 ^{*1}	23.9±1.2	24.3±1.1	24.6±1.1	24.6±1.2
増重率 (%)	109	107	116	120
給餌量 (g) ^{*2}	9,397	9,379	10,180	10,144
飼育期間		7/13~9/6		
飼育日数 (日)		56		
給餌日数 (日)		48		
飼育水温〈平均〉 (°C)		26.0~29.3 〈28.1〉		
日間給餌率 (%/日) ^{*3}	2.49	2.50	2.68	2.58
日間成長率 (%/日) ^{*3}	1.27	1.25	1.36	1.36
飼料効率 (%) ^{*2}	51.3	50.2	50.5	52.1

*1: 体重/尾又長³×1000 (終了時生残魚全数)、*2: 乾物換算、*3: 飼育日数

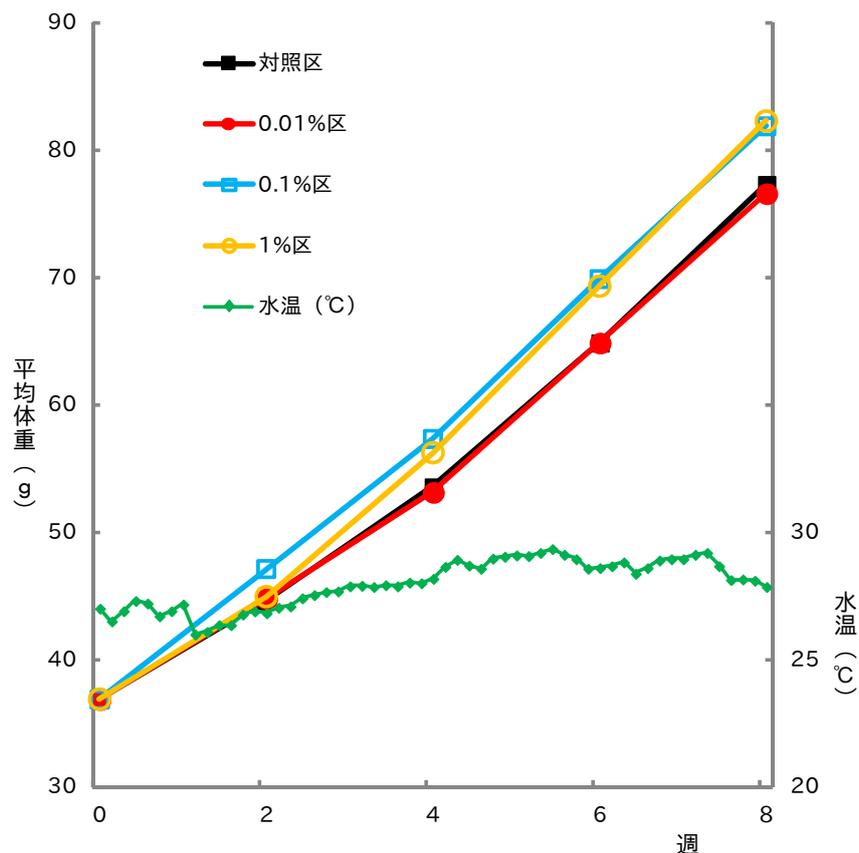


図 5 平均体重の推移

なお、1%区における飼料効率及び生残率は対照区と差がないことから、ショウガ粉末添加による生理作用への影響はないものと考えられた。

本試験で使用したショウガ粉末は食品用に市販されているもの (約 19 円/g) で、添加量が

増えれば餌料のコストアップにつながることから、本試験で得られた結果を踏まえ餌料に対して 0.1%の添加が適当と考えられた。

以上の結果から、餌料に対してショウガ粉末を 0.1%添加することで摂餌及び成長促進に効果が見られ、給餌量の削減にはならないが、飼育期間の短縮につながる可能性が示唆された。

2) マダイ 0 歳魚秋季試験

方法

供試魚には前述の 1) 夏季試験と同じ由来で、試験開始まで市販のマダイ用 EP を給餌して予備飼育した平均体重 140 g のマダイ 0 歳魚を使用し、屋内の 1 トン FRP 円形水槽に各 50 尾ずつ収容した。飼育試験は水温下降期である 2011 年 10 月 14 日から 12 月 8 日まで (56 日間) 実施した。試験餌料の配合組成を表 7 に示した。試験餌料には市販海水魚用 EP を用い、前述の 1) 夏季試験の結果から、ショウガ粉末を添加しない対照区とショウガ粉末を EP の 0.1%、0.5% 及び 1% 添加した 4 試験区を設定し、いずれも展着剤と水を加えて毎日給餌前に調製し、給餌は週 6 日間 1 日 1 回の飽食給餌とした。

2 週間ごとに水槽替えを実施し、同時に各区の総重量を測定した。また、試験終了時に各試験区から無作為に 5 尾ずつサンプリングし、魚体測定を実施した。

表 7 試験餌料の配合組成 (%)

試験区	対照	ショウガ0.1%	ショウガ0.5%	ショウガ1%
市販配合飼料	100	100	100	100
ショウガ粉末	0	0.1	0.5	1
展着剤	1	1	1	1
水	10	10	10	10

結果と考察

試験成績を表 8 に、平均体重の推移を図 6 に示した。

8 週間の試験期間中の午前 9 時の水温は 25.1~18.8℃の範囲で徐々に低下していった。水温低下に伴い全試験区で摂餌量の低下が見られたため、試験開始後 5 週間目 (中間時) 以降は隔日給餌としたことから、飼育期間中の総給餌日数は 38 日であった。

乾物換算による日間給餌率及び日間成長率は、全試験区でそれぞれ 1.2%/日、0.9%/日前後と同等であった。また、試験終了時の肥満度 (n=5) は、0.5%区がやや高かったが、ほぼ同じ値を示した。これに対して、飼料効率は対照区に比べてショウガ粉末を添加した 3 試験区はいずれも優れており、特に、0.1%区は対照区よりも 8.8 ポイント高くなっていた。

前述の夏季試験においては、ショウガ粉末を飼料に対して 0.1%以上添加することで摂餌量が増え増重につながったと考えられたが、水温下降期に実施した本試験では、飼料効率の改善が高成長につながる結果となった。SMP と EP の違いによる影響も考えられるが、そのメカニズムについては今後検証する必要がある。

以上の結果から、湿重量換算での増肉係数は対照区の 1.72 に対して 0.1%区は 1.51 であり、約 12%の餌料削減につながった。また、SMP を用いた夏季試験に対して EP を使った本試験では全体的に飼料効率が高くなり、改めて SMP よりも EP のほうが無駄にならず、環境への負荷削減につながる事が分かった。

表 8 試験成績

項目\試験区	対照	シヨウガ0.1%	シヨウガ0.5%	シヨウガ1%
開始時尾数 (尾)	50	50	50	50
終了時尾数 (尾)	50	50	50	49
生残率 (%)	100	100	100	98
開始時平均体重 (g)	140	140	140	140
終了時平均体重 (g)	230	236	230	231
終了時肥満度 ^{*1}	25.1±0.8	25.2±1.8	26.4±1.2	25.2±0.8
増重率 (%)	64.2	68.5	64.5	64.1
給餌量 (g) ^{*2}	6,535	6,184	6,088	6,042
飼育期間	10/14~12/8			
飼育日数 (日)	56			
給餌日数 (日)	38			
飼育水温〈平均〉 (°C)	18.8~25.1 〈22.0〉			
日間給餌率 (%/日) ^{*3}	1.26	1.18	1.18	1.18
日間成長率 (%/日) ^{*3}	0.87	0.91	0.87	0.88
飼料効率 (%) ^{*2}	68.7	77.5	74.1	74.2

*1 : 体重/尾又長³×1000 (n=5) 、*2 : 乾物換算、*3 : 飼育日数

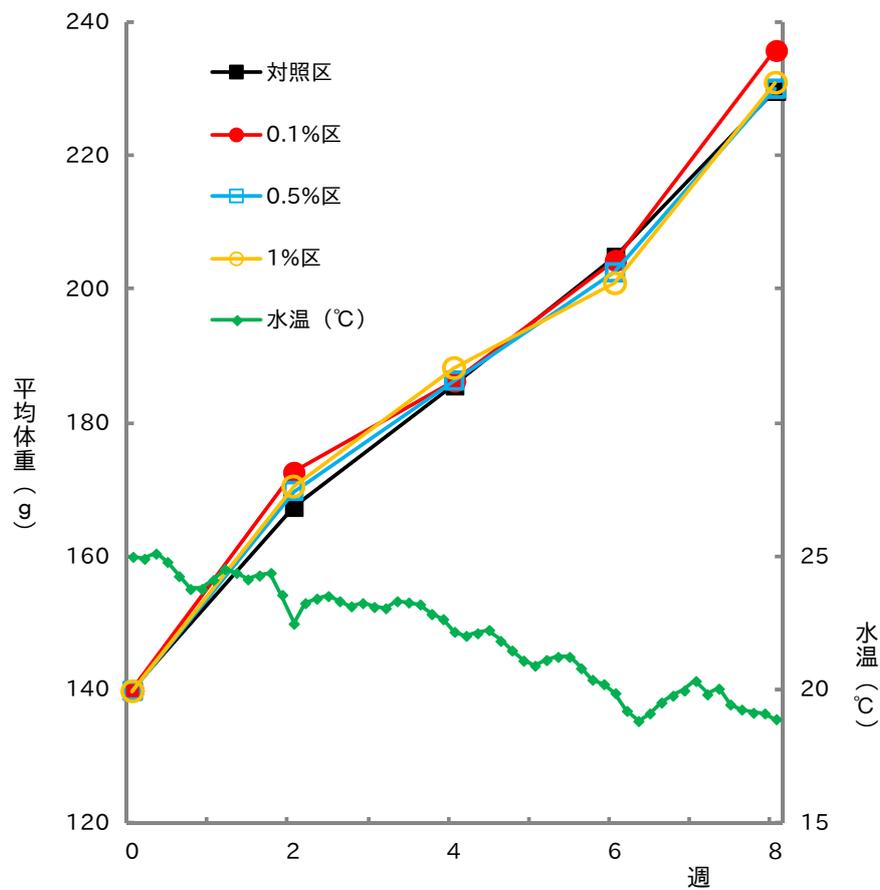


図 6 平均体重の推移

3) カンパチ 0 歳魚秋季試験

方法

供試魚として、前述の「1 効率的な給餌頻度の検討」と同じ由来で、試験開始まで市販のブリ用 EP で予備飼育したものをを用いた。平均体重 337 g のカンパチ 0 歳魚を 200 尾ずつ海面小割網生簀 (3.3×3.3×3.3m) 4 面に收容し、飼育試験は水温下降期の 2011 年 10 月 12 日から 12 月 6 日まで (56 日間) 実施した。試験飼料の配合組成を表 9 に示した。試験飼料には市販ブリ用 EP を用い、ショウガ粉末を添加しない対照区とショウガ粉末を配合飼料の 0.01%、0.1% 及び 1% 添加した 3 試験区を設定し、いずれも展着剤と水を加えて毎日給餌前に調製し、給餌は週 5 日間 1 日 1 回の飽食給餌とした。

2 週間ごとに網替え、淡水浴を実施するとともに各試験区の総重量を測定した。

表 9 試験飼料の配合組成 (%)

試験区	対照	ショウガ0.01%	ショウガ0.1%	ショウガ1%
市販配合飼料	100	100	100	100
ショウガ粉末	0	0.01	0.1	1
展着剤	1	1	1	1
水	5	5	5	5

結果と考察

試験成績を表 10 に、平均体重の推移を図 7 に示した。

表 10 試験成績

項目\試験区	対照	ショウガ0.01%	ショウガ0.1%	ショウガ1%
開始時尾数 (尾)	200	200	200	200
終了時尾数 (尾)	124	103	133	139
生残率 (%)	62.0	51.5	66.5	69.5
開始時平均体重 (g)	337	337	337	337
終了時平均体重 (g)	655	650	650	655
増重率 (%)	73.1	66.8	75.2	77.9
給餌量 (g) *1	72,351	68,454	72,843	76,666
飼育期間		10/12~12/6		
飼育日数 (日)		56		
給餌日数 (日)		40		
日間給餌率 (%/日) *2	1.61	1.64	1.58	1.63
日間成長率 (%/日) *2	1.15	1.13	1.13	1.15
飼料効率 (%) *1	68.1	65.8	69.6	68.5

* 1 : 乾物換算、* 2 : 飼育日数

8 週間の試験期間中の水温 (午前 9 時、水深 2m) は 24.9~17.7℃ の範囲で徐々に低下していった。水温低下に伴い全試験区で摂餌量の低下が見られ、11 月下旬の寒波襲来時には急激に下がったが、試験期間中の総給餌日数は 40 日であった。

試験成績では、終了時の平均体重、増重率、日間給餌率、日間成長率及び飼料効率はいずれも全試験区で同等であった。

一方、飼育期間中にノカルジア症が発生し全試験区で死亡魚が見られたが、生残率では 1% 区が最も高く、0.01% 区が低かった (図 8)。

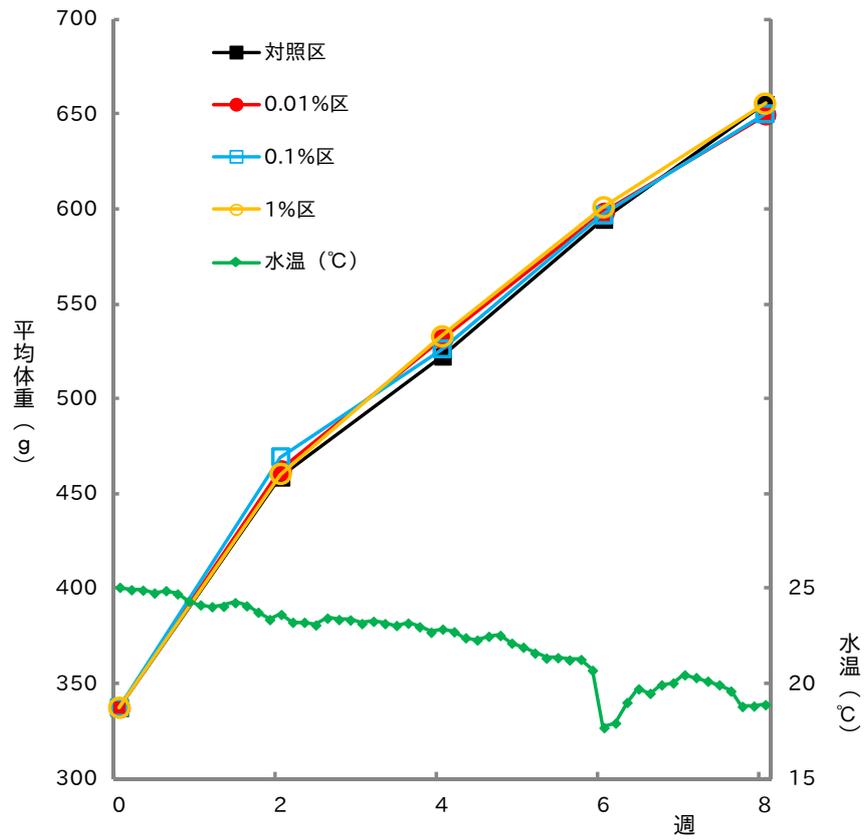


図7 平均体重の推移

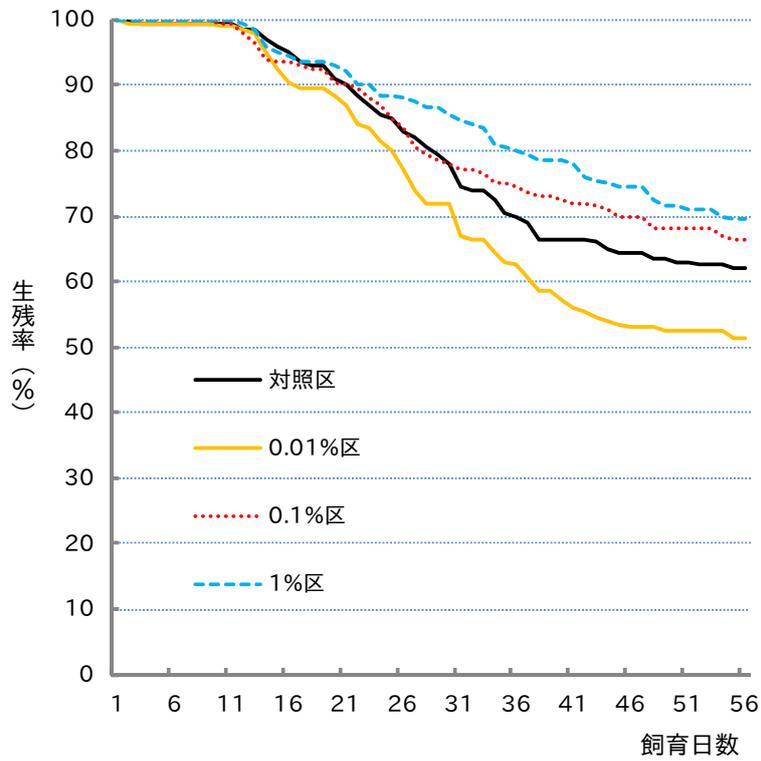


図8 生存率の推移

以上の結果から、餌料へのショウガ粉末添加による飼育成績の改善は確認できなかったが、0.1%以上添加した試験区でノカルジア症による累積死亡数が僅かに減少したことから、抗病性付与の可能性が示唆された。

また、ノカルジア症の発生がなければ飼育成績において違った結果が得られた可能性もあり、健常魚を使った再試験の実施が望まれる。

(2) 直七果汁添加飼料給餌試験

1) マダイ 2 歳魚

方法

供試魚として、2009年8月に入手し、試験開始まで市販のマダイ用 EP で飼育したものをを用いた。平均体重約 1,780 g のマダイ 2 歳魚を 50 尾ずつ海面小割網生簀 (3.3×3.3×3.3m) 2 面に收容し、飼育試験は水温下降期の 2011 年 9 月 28 日から 11 月 8 日まで (42 日間) 実施した。試験飼料の配合組成を表 11 に示した。試験飼料には市販マダイ用 EP を用い、直七果汁を EP に対して 5% 添加した直七区と無添加の対照区を設定し、いずれも水分添加量が EP に対して 10% となるように調製し、給餌は週 5 日間 1 日 1 回の飽食給餌とした。

2 週間ごとに網替えを実施するとともに各試験区の総重量を測定した。

表 11 試験飼料の配合組成 (%)

試験区	対照区	直七区
市販配合飼料	100	100
直七果汁	0	5
水	10	5

結果と考察

試験成績を表 12 に、平均体重の推移を図 9 に示した。

6 週間の試験期間中の水温 (午前 9 時、水深 2m) は 26.7~22.7℃ の範囲で緩やかに低下していった。水温低下に伴い両試験区で摂餌量の低下が見られ、25℃ を下回った 4 週間目以降は摂餌量の減少と飼料効率の低下により、成長がやや鈍化した。試験期間中の総給餌日数は 30 日であった。

日間給餌率、飼料効率及び日間成長率は差が見られず、増重率も同等であったことから、直七果汁を餌料に 5% 添加しても摂餌や成長に影響を及ぼさないことが分かった。

試験終了後に取り上げて活メ及び血抜き処理した両試験区の供試魚を氷蔵し、2 日後にマダイ養殖業者を主なパネラーとする大谷漁協関係者 19 名で食味試験を実施した。その結果、いずれの判定項目も直七区が対照区を上回っていたが、特に「外観」、「歯ごたえ」、「総合評価」は圧倒的であった (図 10)。

本試験の供試魚は一般的な出荷魚に比べ魚体サイズが大きかったことから成長に差が現れなかった可能性が考えられた。このため、直七果汁添加による飼育成績への効果を把握するためには、より小型サイズでの検討が必要であろう。

表 12 試験成績

項目\試験区	対照区	直七区
開始時尾数 (尾)	50	50
終了時尾数 (尾)	50	50
生残率 (%)	100	100
開始時平均体重 (g)	1,778	1,791
終了時平均体重 (g)	2,463	2,475
増重率 (%)	38.6	38.2
給餌量 (g) * ¹	47,828	46,926
飼育期間	9/28~11/8	
飼育日数 (日)	42	
給餌日数 (日)	30	
飼育水温 <平均> (°C)	22.7~26.7 <24.4>	
日間給餌率 (%/日) * ²	1.07	1.05
日間成長率 (%/日) * ²	0.77	0.76
飼料効率 (%) * ¹	71.7	72.9

* 1 : 乾物換算、* 2 : 飼育日数

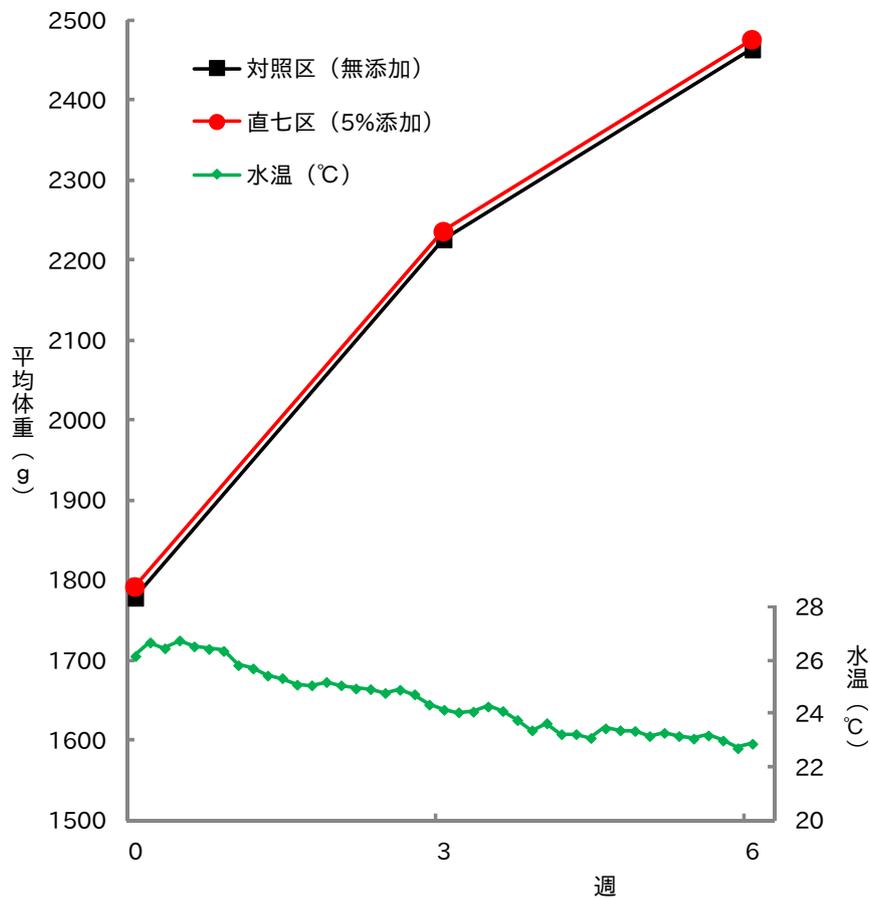


図 9 平均体重の推移

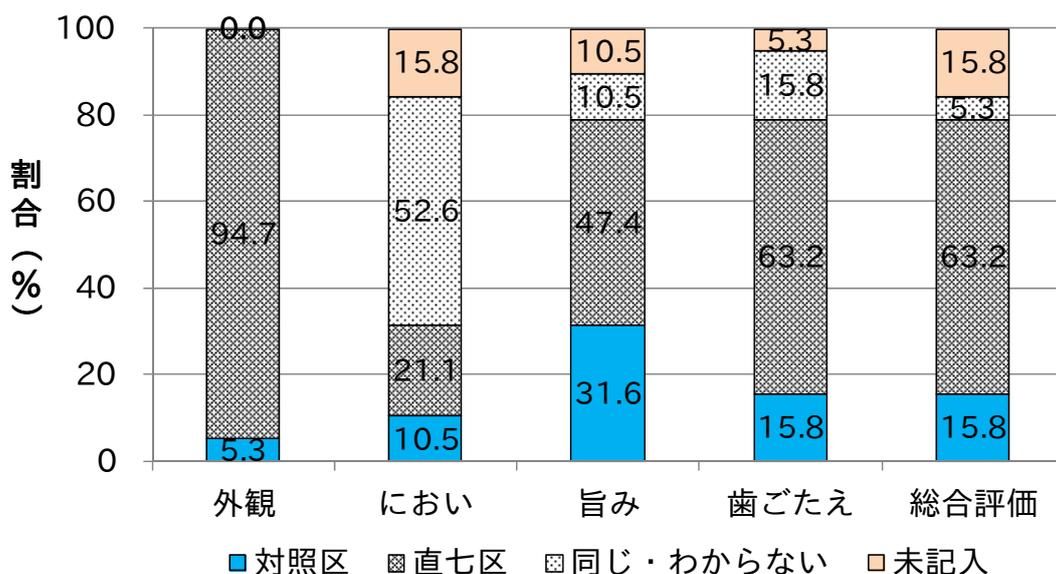


図 10 食味試験結果 (マダイ)

2) ブリ 1 歳魚

方法

供試魚として、県内の養殖業者から 2011 年 8 月に入手し、試験開始まで市販のブリ用 EP で予備飼育したものを用いた。平均体重約 2,490 g のブリ 1 歳魚を 32 尾ずつ海面小割網生簀 (3.3×3.3×3.3m) 2 面に収容し、飼育は水温下降期の 2011 年 10 月 5 日から 11 月 15 日まで (42 日間) 実施した。試験飼料には市販ブリ用 EP を使い、試験区の設定、給餌及び飼育方法は前述の 1) マダイ 2 歳魚と同様である。

2 週間ごとに網替え、淡水浴を実施するとともに各試験区の総重量を測定した。

結果と考察

試験成績を表 13 に、平均体重の推移を図 11 に示した。

6 週間の試験期間中の水温 (午前 9 時、水深 2m) は 25.7~21.9℃ の範囲で緩やかに低下していった。前述のマダイとは異なり両試験区とも水温低下に伴う飼育成績の低下は見られなかった。試験期間中の総給餌日数は 30 日であった。

増重率、日間成長率及び乾物換算による飼料効率はやや直七区が優れていた。

試験終了後に取り上げて活メ及び血抜き処理した両試験区の供試魚を氷蔵し、2 日後に前述したマダイ養殖業者を主なパネラーとする大谷漁協関係者 18 名で食味試験を実施した。その結果、いずれの判定項目も直七区が対照区を上回り評価が高かった (図 12)。

本試験の供試魚は、導入後の予備飼育期間中にノカルジア症を発症したことから、試験期間中の生残率は両試験区とも 80% 前後であった。また、水温低下に伴う急激な摂餌量の減少は見られなかったが、本来の摂餌活性ではなく日間給餌率、飼料効率及び日間成長率は低調であった。このことから、本試験の結果が直七果汁の添加効果であるとは判断できないため、直七果汁添加による飼育成績への効果を把握するためには、健常魚を用いた再検討が必要であろう。

表 13 試験成績

項目\試験区	対照区	直七区
開始時尾数 (尾)	32	32
終了時尾数 (尾)	25	26
生残率 (%)	78.1	81.3
開始時平均体重 (g)	2,488	2,489
終了時平均体重 (g)	2,914	2,969
増重率 (%)	11.5	14.4
給餌量 (g) * ¹	34,514	37,117
飼育期間	10/5~11/15	
飼育日数 (日)	42	
給餌日数 (日)	30	
飼育水温〈平均〉 (°C)	21.9~25.7 〈23.8〉	
日間給餌率 (%/日) * ²	1.07	1.12
日間成長率 (%/日) * ²	0.38	0.42
飼料効率 (%) * ¹	26.6	30.9

* 1 : 乾物換算、* 2 : 飼育日数

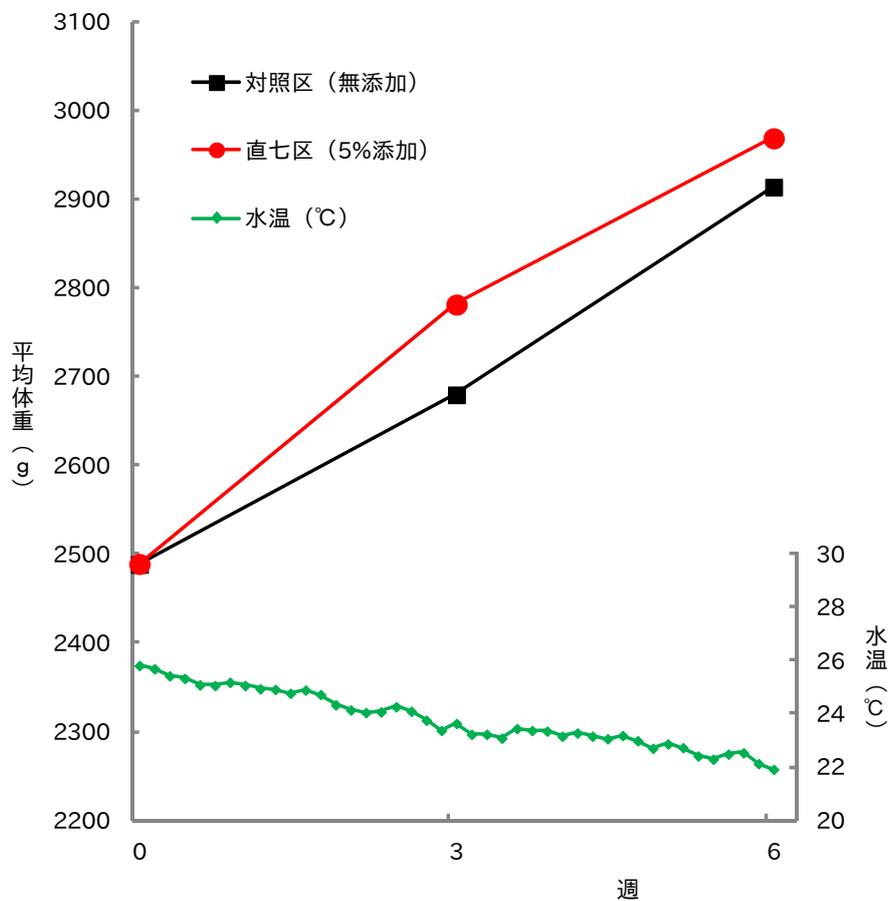


図 11 平均体重の推移

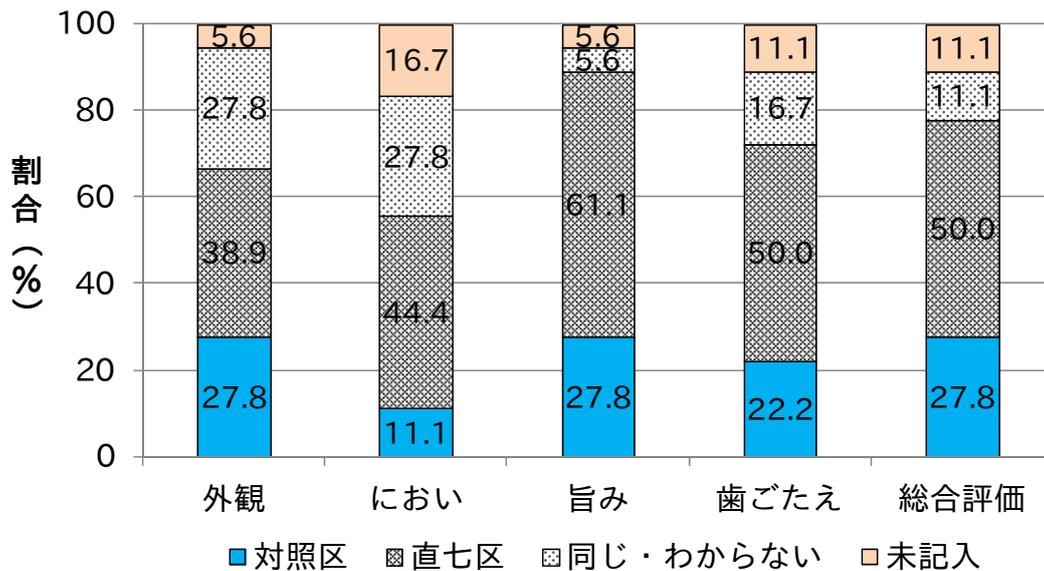


図 12 食味試験結果 (ブリ)

3) カンパチ 1 歳魚

方法

供試魚として、県内の養殖業者から 2011 年 8 月に入手し、試験開始まで市販のブリ用 EP で予備飼育したものをを用いた。平均体重約 2,010 g のカンパチ 1 歳魚を 42 尾ずつ海面小割網生簀 (3.3×3.3×3.3m) 2 面に収容し、飼育試験は水温下降期の 2011 年 10 月 19 日から 11 月 29 日まで (42 日間) 実施した。試験飼料、試験区の設定、給餌及び飼育方法は前述の 2) ブリ 1 歳魚と同様である。

結果と考察

試験成績を表 14 に、平均体重の推移を図 13 に示した。

6 週間の試験期間中の水温 (午前 9 時、水深 2m) は 24.3~17.7℃の範囲で、11 月中旬に急激な低下が見られたが、それ以外は緩やかに低下していった。前述のブリとは異なり両試験区とも試験期間中の後半は水温低下に伴う試験成績の低下が見られ、カンパチはブリよりも適水温帯が高いことが確認された。試験期間中の総給餌日数は 30 日であった。

日間給餌率は対照区が、飼料効率は直七区がそれぞれ若干優れていたが、日間成長率は同等であった。

試験終了後に取り上げて活メ及び血抜き処理した両試験区の供試魚を氷蔵し、2 日後に水産試験場職員を主なパネラーとする 25 名で食味試験を実施した。その結果、いずれの判定項目も評価が拮抗していたが、総合評価では直七区が対照区を上回っていた (図 14)。

本試験の供試魚は、導入直前まで生餌あるいはモイストペレットで育成された前歴を持っていたため、EP への餌付きが悪く試験開始が遅れたことから、試験期間の後半は適水温帯を下回ることとなり試験成績は低調であった。また、試験期間中の生残率は両試験区とも 100%であったが、低水温と不慣れな餌であったことから、本来の摂餌活性ではなかったため、前述のブリと同様に、直七果汁添加による飼育成績への効果を明確に把握するためには、今後も検討が必要であろう。

表 14 試験成績

項目\試験区	対照区	直七区
開始時尾数 (尾)	42	42
終了時尾数 (尾)	42	42
生残率 (%)	100	100
開始時平均体重 (g)	2,010	2,012
終了時平均体重 (g)	2,426	2,439
増重率 (%)	20.7	21.2
給餌量 (g) * ¹	38,485	37,242
飼育期間	10/19~11/29	
飼育日数 (日)	42	
給餌日数 (日)	30	
飼育水温 <平均> (°C)	17.7~24.3 <22.1>	
日間給餌率 (%/日) * ²	0.98	0.95
日間成長率 (%/日) * ²	0.45	0.46
飼料効率 (%) * ¹	45.4	48.1

* 1 : 乾物換算、* 2 : 飼育日数

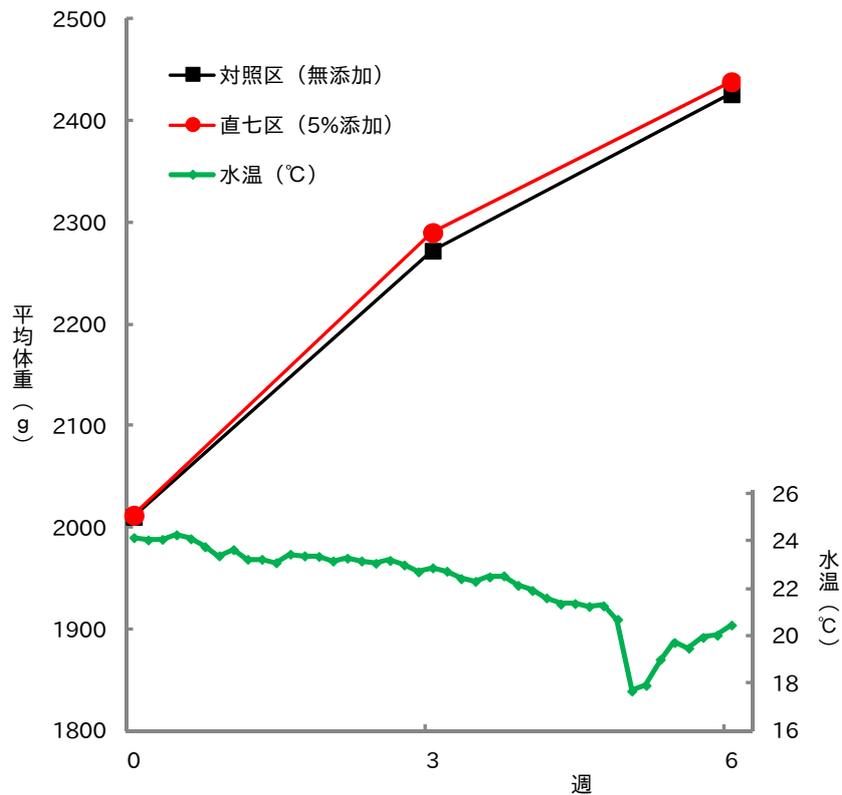


図 13 平均体重の推移

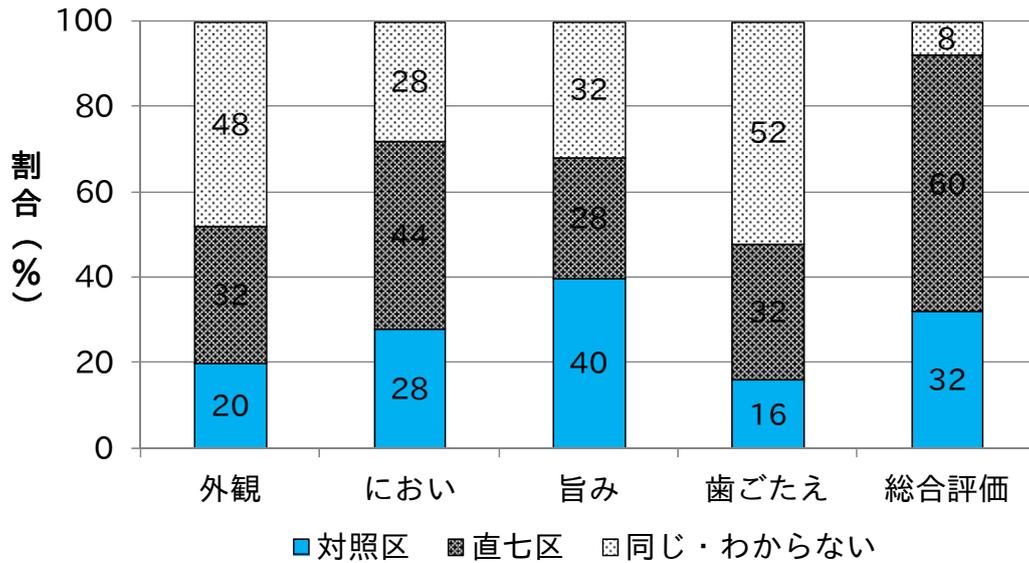


図 14 食味試験結果（カンパチ）

4) 直七果汁添加飼料給餌試験に係る各種分析結果

直七果汁添加飼料給餌試験では試験開始時及び終了時に供試魚をサンプリングし、肉質を主として各種分析を高知大学に委託した。その結果の概要は以下のとおりである。

①体色

ブリでは、色彩色差計で鰓蓋上の黄線の色調を測定した結果、直七区の L* 値及び b* 値が、対照区に比べて高い値を示し、色差がサンプリング当日 6.9、氷蔵 1 日後 5.8 となり、大きな差が認められた。

カンパチでも同部位を測定し、サンプリング当日は対照区でより高い L*、a*、b* 値を示したが、1 日後では直七区が対照区よりいずれも高い値を示した。

②冷蔵中の血合肉色の色調変化

ブリでは、a* 値を見ると直七区の褐変が、対照区と比べて緩やかに低くなる傾向が見られた。さらに、a*/b* 値の変化を見ると 36 時間以降対照区で低下が大きくなるのに比べて、直七区では 72 時間後から低下が大きくなった。

カンパチでは、L*、a*、b* 値のすべてにおいて両区に大きな差は見られなかった。また、a*/b* 値の変化においても直七果汁を添加したことによる効果は見られなかった。

③普通肉の一般成分

マダイでは、対照区に比べて直七区でタンパク質が有意に高くなり、脂質含量が低くなる傾向が見られた。

ブリでは、対照区に比べて直七区で脂質含量が低くなる傾向が見られた。

カンパチでは、いずれの成分も大きな違いはなかった。

脂質の脂肪酸組成では、いずれも主要な脂肪酸はパルミチン酸、オレイン酸、ドコサヘキサエン酸であったが、直七果汁添加による大きな違いは見られなかった。

④抗酸化性

水溶性画分の抗酸化能が、直七区のブリ及びカンパチの普通肉で対照区に比べて高い値を示したが、ブリ及びカンパチ血合肉及びマダイ普通肉では、逆に対照区のほうが高い値を示した。

脂質過酸化物の生成量は、ブリ血合肉で冷蔵時間に伴って増加したが、カンパチ血合肉及び

両魚普通肉においては、ほぼ一定の値を示した。一方、ブリ及びカンパチとも直七区と対照区
の間に大きな差は見られなかった。