

## 養殖技術向上化試験

増養殖環境課 黒原 健朗・渡辺 貢

### 1 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ことを目的とした。

### 2 効率的な給餌方法の検討

魚類では絶食後に再び餌を与えると、通常より急激な成長を示す、いわゆる補償成長が知られており、有害赤潮の発生時には絶食が有効であるとの報告もある。

また、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削減につながる給餌方法の確立が急務である。

そこで、本県の主要な養殖対象魚であるカンパチとマダイについて、赤潮が頻発する高水温期と飼料効率が低下する低水温期に、どの程度の絶食期間であれば成長や生残に影響が少なく補償成長が見られるのか検討した。

#### (1) カンパチ 0 歳魚

##### 材料及び方法

供試魚には平成 24 年 5 月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ぶり用配合飼料で予備飼育したものをを用いた。平均体重 58g のカンパチ 0 歳魚を 120 尾ずつ屋内の 1 kℓ FRP 円形水槽 5 基に収容し、飼育試験は高水温期である 2012 年 6 月 27 日から 9 月 4 日まで（70 日間）実施した。1～4 週間無給餌の 4 試験区（2～5 区）と、通常給餌する対照区（1 区）を設けた。給餌は週 6 日間 1 日 1 回の飽食給餌とし、市販のぶり用配合飼料を各試験区の給餌日に与えた。

2 週間ごとに水槽替えを実施するとともに各試験区の総重量を測定した。なお、予備飼育中の淡水浴でハダムシの寄生が確認されなかったことから、試験期間中の淡水浴は行わなかった。

##### 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。試験期間中の水温については、水温データロガーの故障で未測定である。

試験期間中の総給餌日数は、1 区からそれぞれ 60、54、48、42 及び 36 日で、日間給餌率は給餌日数が多いほど高かったが、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、生残率が最も低かった 5 区を除き同等であった。

試験終了時の生残率は、94.2%（3 区）～35.0%（5 区）と全試験区で低かったが、これは、予備飼育中に発症したべこ病の重症化による死亡である。生残魚の平均体重は、全試験区で同等の結果となったが、死魚数とその総重量が多かったことから、増重率は 2、3 区が良好で、5 区は悪かった。死亡魚が多かった 5 区では、生残魚の成長は良かったが試験期間を通じての飼料効率は低かった。これは、小型で弱体化した個体が 4 週間という絶食期間の長さから死亡し、比較的大型な健常魚だけが生き残ったものと推測される。

飼料効率は2～4区が優れており、4区は1区と同等の成長及び生残率を示したにもかかわらず、総給餌量は24%少なくなっていた。また、1、3及び5区の給餌期間中のみの飼料効率を比較すると、それぞれ74.5、94.5及び90.9%で5区の生残魚は比較的良好な飼料効率であった。

2～5区では無給餌期間が長い試験区ほど再給餌後は少量ずつ長時間摂餌する傾向が見られ、無給餌期間の長さに比例して消化管が萎縮し活動も不活発になったものと考えられる。このため、本試験では1日1回給餌であったが、無給餌後の再給餌期には少量での多回給餌が適していると考えられた。また、再給餌期間中の飼料効率が比較的高いことから、栄養剤の添加などによって通常給餌した魚の成長に追いつくまでの期間が短縮できるのではないかと推測された。

以上の結果から、5区で生残率が低かったものの、夏季の高水温期には1～4週間絶食しても平均体重は10週目までに通常給餌した場合と同等に追いつくことが分かった。また、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。

表1 試験成績

項目\試験区	1区	2区	3区	4区	5区
開始時尾数(尾)	120	120	120	120	120
終了時尾数(尾)	91	107	113	94	42
生残率(%)	75.8	89.2	94.2	78.3	35.0
開始時平均体重(g)	58	58	58	58	58
終了時平均体重(g)	165	166	162	163	183
増重率(%) <sup>*1</sup>	148	175	172	136	54
総給餌量(g) <sup>*2</sup>	13,851	13,624	13,382	10,537	5,853
飼育期間	2012 6/27～9/4				
飼育日数(日)	70				
給餌頻度及び給餌量	6日/週、飽食				
連続無給餌期間(日)	0	7	14	21	28
給餌日数(日)	60	54	48	42	36
日間給餌率(%/日) <sup>*3</sup>	1.68	1.53	1.49	1.27	0.86
給餌日給餌率(%/日) <sup>*4</sup>	1.97	1.99	2.18	2.12	1.67
日間成長率(%/日) <sup>*3</sup>	1.37	1.38	1.35	1.36	1.48
飼料効率(%) <sup>*2</sup>	74.5	89.1	89.4	89.8	64.7

\*1: (終了時の総体重-開始時の総体重+斃死魚の総体重)×100/開始時の総体重

\*2: 湿重量、\*3: 飼育日数、\*4: 給餌日数

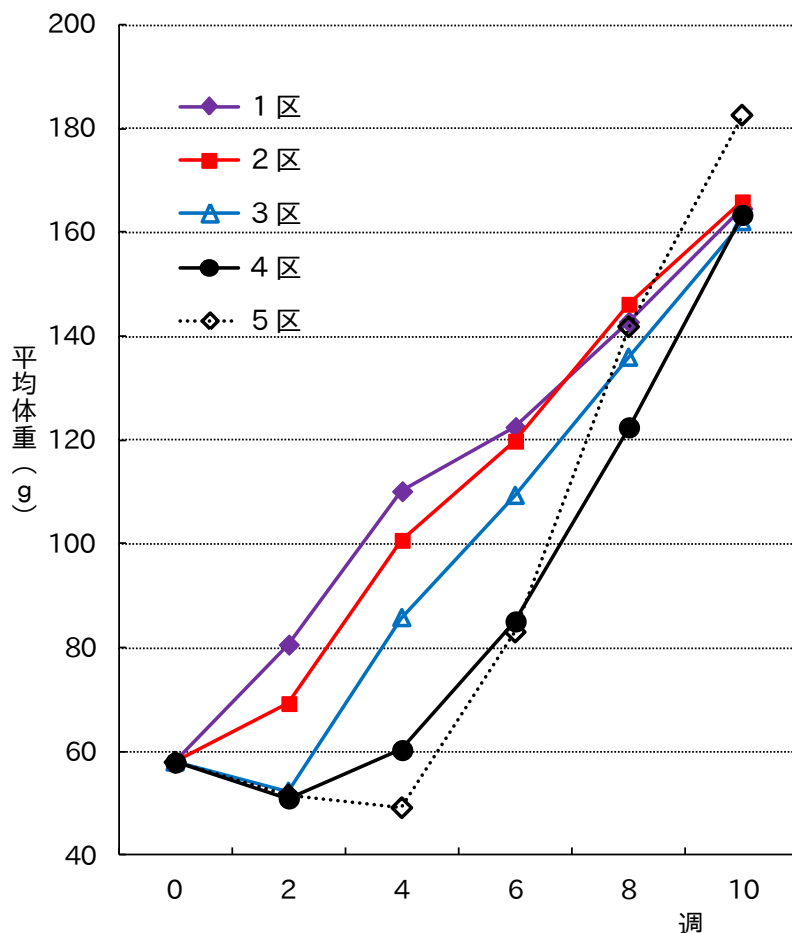


図1 平均体重の推移

## (2) マダイ1歳魚

### 材料及び方法

供試魚には民間会社で種苗生産されたマダイ稚魚を平成23年7月に購入し、試験開始まで市販のまだい育成用配合飼料で予備飼育したものをを用いた。平均体重約1,400gのマダイ1歳魚を68尾ずつ海面小割網生簀(3.3×3.3×3.3m)3面に收容し、飼育試験は低水温期である平成25年2月1日から4月25日まで(84日間)実施した。通常給餌する対照区と4及び6週間無給餌の3試験区を設定して、給餌は週3日間1日1回の飽食給餌とし、市販のまだい育成用配合飼料を各試験区の給餌日に与えた。

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。

### 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。12週間の試験期間中の水温(午前9時、深さ2m)は11.1~19.1℃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、1区からそれぞれ36、24及び18日で、日間給餌率は給餌日数が多いほど高かったが、給餌日給餌率は給餌日数が少ないほど高かった。これは、給餌日数の少な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日数の不足を補っていると考えられ、低水温期には給餌日数が少ないほど一度の摂餌量が多くなっていた(図3)。

本試験では例年より水温が低下し、その状態が長期間続いたことから、1区の摂餌量は少な

表 2 試験成績

項目\試験区	1区	2区	3区
開始時尾数(尾)	68	68	68
終了時尾数(尾)	68	68	68
生残率(%)	100	100	100
開始時平均体重(g)	1,397	1,399	1,397
終了時平均体重(g)	1,651	1,649	1,600
増重率(%) <sup>*1</sup>	18.2	17.9	14.6
総給餌量(g) <sup>*2</sup>	30,986	28,264	25,536
飼育期間	2013 2/1~4/25		
飼育日数(日)	84		
給餌頻度及び給餌量	3日/週、飽食		
連続無給餌期間(日)	0	28	42
給餌日数(日)	36	24	18
飼育水温<平均>(°C) <sup>*3</sup>	11.1~19.1 <15.4>		
日間給餌率(%/日) <sup>*4</sup>	0.36	0.33	0.30
給餌日給餌率(%/日) <sup>*5</sup>	0.83	1.14	1.39
日間成長率(%/日) <sup>*4</sup>	0.20	0.20	0.16
飼料効率(%) <sup>*2</sup>	55.8	60.2	54.2

\*1 : (終了時の総体重 - 開始時の総体重 + 斃死魚の総体重) × 100 / 開始時の総体重

\*2 : 湿重量、\*3 : 水深2m層 \*4 : 飼育日数、 \*5 : 給餌日数

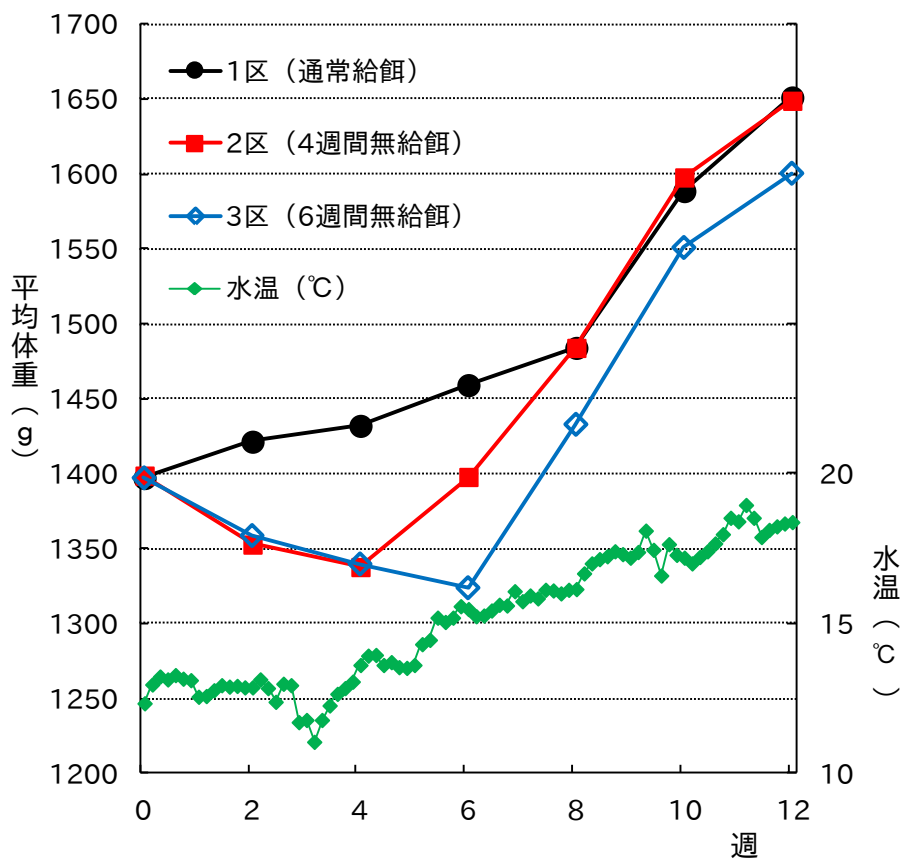


図 2 平均体重の推移

く成長が停滞し飼料効率も 3~8 週目に低下したことから（図 4）、試験期間中の総給餌量の差は小さかった。このため、無給餌期間設定による大幅な給餌量削減にはつながらなかった。2、3 区は無給餌期間中の基礎代謝量が下がり絶食に伴う体重の減少率が少なかったと考えられる。また、2 区の再給餌開始時期（7 週目以降）が水温上昇開始時と重なり、急成長と飼料効率の向上につながったと推測されることから、4 週間の無給餌期間を設定した 2 区は、8 週目には 1 区と同等の成長を示した。

ところで、全試験区で 11~12 週目の飼料効率が低調であったが、これは、産卵による体重の目減りが影響している可能性が高く、実際に 3 区では 10 週目の計量時に見られた腹部膨満魚が 12 週目の計量時にはほとんど見られなかったことから、水温上昇開始時期はマダイの産卵期に当たるため、この時期に成長（増重量）を指標とする成績評価は難しいと考えられた。

以上の結果から、マダイ 1 歳魚では冬季に 4 週間無給餌としても再給餌後 4 週間で通常給餌した群に成長が追いつくことが分かった。また、再給餌開始時期を成熟期以降に遅らせて産卵による体重の目減りがなければ、6 週間無給餌でも再給餌後 6 週間程度で通常給餌群に追いつくのではないかと推察される。今後は産卵期全期間を無給餌とし、その魚体への影響や体色悪化防止に効果があるとされる成熟抑制の有無について検討し、さらに、水温を指標とした無給餌期間の設定による補償成長が把握できれば、現場への技術移転も円滑に進み、給餌量を削減しながら効率的な養殖生産につなげることができると考えられる。

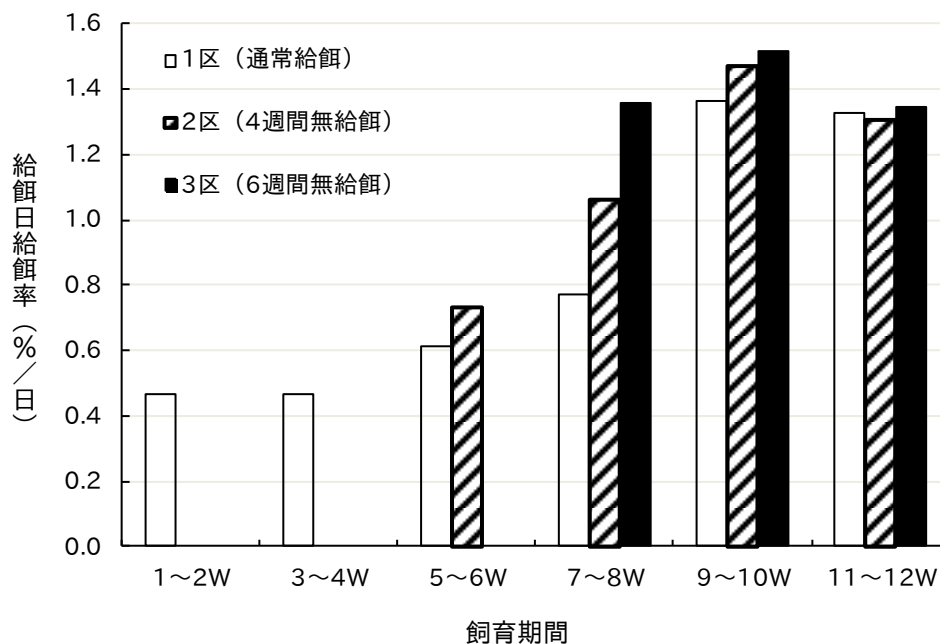


図 3 給餌日給餌率の推移

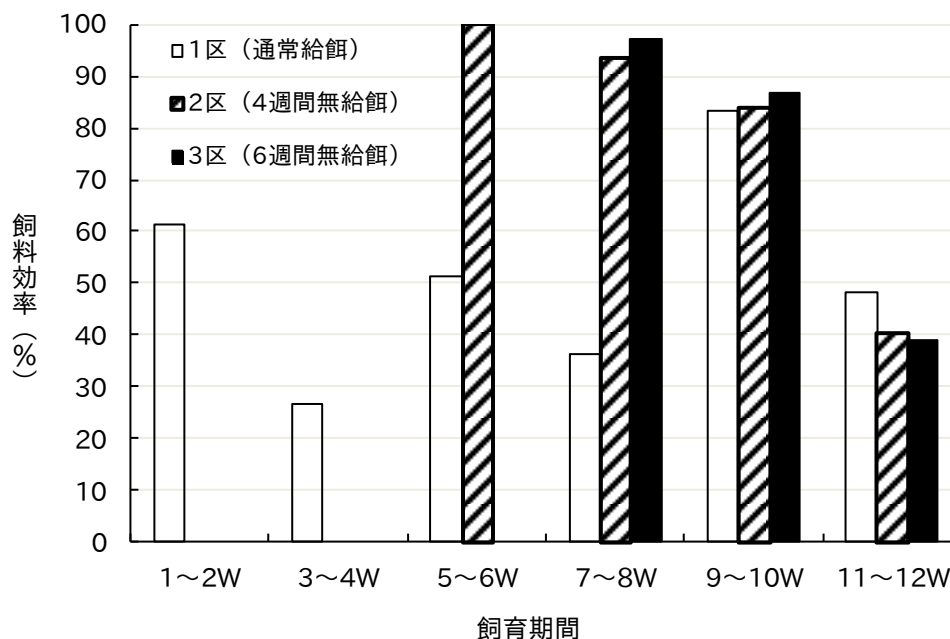


図4 飼料効率の推移

### 3 効率的な給餌頻度の検討

飼料費は養殖コストの6割以上を占めていると言われている。養殖コストのうちで燃料費や種苗費などは節約が困難であるが、魚の成長段階や季節に合わせて効率的な給餌を行うことができればコストの削減を図ることが可能となる。平成23年度は飼料効率の低下する夏季及び冬季について、マダイ及びカンパチ0歳魚の適正な給餌頻度を検討したが、平成24年度はこれら魚種の1歳魚についての飼育試験を行った。

#### (1) マダイ1歳魚

##### 1) 夏季試験

##### 材料及び方法

供試魚には平均体重が654~655gの人工産マダイを用い、大きさが3.3×3.3×3.3mの高知県水産試験場占有海面小割生簀(以下、小割生簀)に120尾ずつ収容して4試験区を設け、平成24年7月18日から9月12日までの56日間の飼育試験を実施した。1週間の給餌回数は週5日を最大として、週4日、週3日及び週2日の4段階に設定し、各区の給餌日には市販の直径8mmのマダイ用エクストルーデッドペレット(以下EP)を午前中に1回、飽食量を給餌した。試験期間中はOnset社製のデータロガーWater temp proを試験生簀周辺の深さ1m地点に設置し、午前9時の水温を記録した。また、14日おきに網替えを行うとともに、供試魚の総重量を測定した。さらに、試験終了時には増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。なお、日間給餌率は給餌した日数から、また飼料効率は水分含量を除いた乾物換算の給餌量から算出し、死魚がみられた場合はその重量と尾数で補正した。

##### 結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図5に示した。8月1日及び8月10日にみられた赤潮(*Karenia mikimotoi*, *Chattonella* spp.)被害により、14日から28日後にかけてやや停滞がみられた。試験終了時における飼育成績を表3に示した。生残率は最も高い週5日区で94.2%となり、最も低い週4日区では74.2%となった。試験期間中の水温は27.0~30.1℃で推移した。増重率

は週5日区で48.9%と最も高く、週2日区で31.2%と最も低かった。給餌日数は週5日区で40日、週2日区で16日となり、日間給餌率と飼料効率は給餌日数が少ないほど高い値を示した。増肉係数は週5日区と週4日区で1.69、週3日区で1.42、週2日区で1.41となった。飼育成績に関連するいずれの指標も週2日区で低い値となったが、その原因は他区よりも生残率が低かったことが影響したためと推察される。

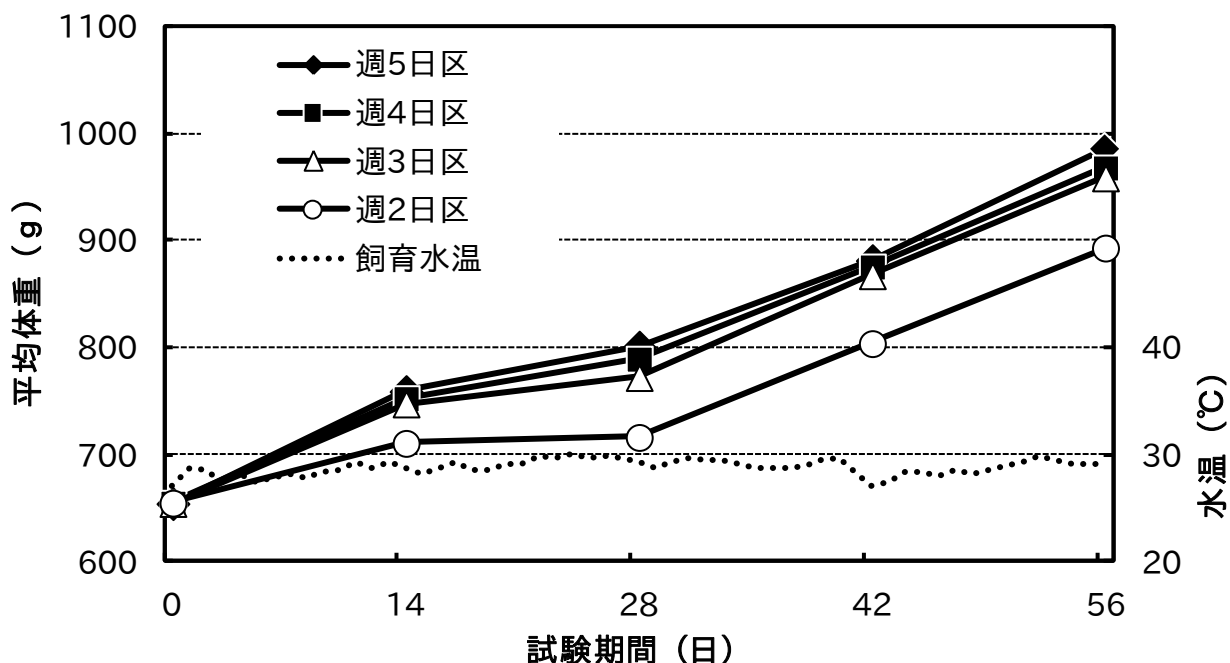


図5 平均体重の推移 (マダイ 1歳魚夏季試験)

表3 飼育成績 (マダイ 1歳魚夏季試験)

試験区		週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
尾数	開始時	120	120	120	120
	終了時	113	89	106	96
生残率 (%)		94.2	74.2	88.3	80.0
平均体重 (g)	開始時	654	655	655	655
	終了時	986	968	959	893
増重率 (%)		48.9	39.8	42.9	31.2
飼育期間		2012.7.18~2012.8.29			
飼育日数 (日)		56			
給餌日数 (日)		40	32	24	16
飼育水温 (°C)		27.0~30.1			
日間給餌率 (%/日)		1.75	2.04	2.23	2.72
飼料効率 (%)		58.8	56.6	69.2	67.4
増肉係数		1.69	1.69	1.42	1.41

餌の削減量を評価するため、本試験で最も給餌日数の多い週 5 日区の平均体重、増重率、飼料効率及び総給餌量をそれぞれ 100 とした時の他区の相対値を図 6 に示し、総給餌量についてはその値を併記した。週 3 日区及び週 2 日区では週 5 日区と比較してそれぞれ 74.6%及び 55.8%まで給餌量を削減でき、飼料効率も向上したが、週 2 日区では増重率が顕著に低下した。よって、本試験条件下では週 5 日区と同等の飼育成績が維持できた週 3 日給餌が最も有効と判断され、この結果週 5 日給餌と比較して給餌量を 25.4%削減することができた。

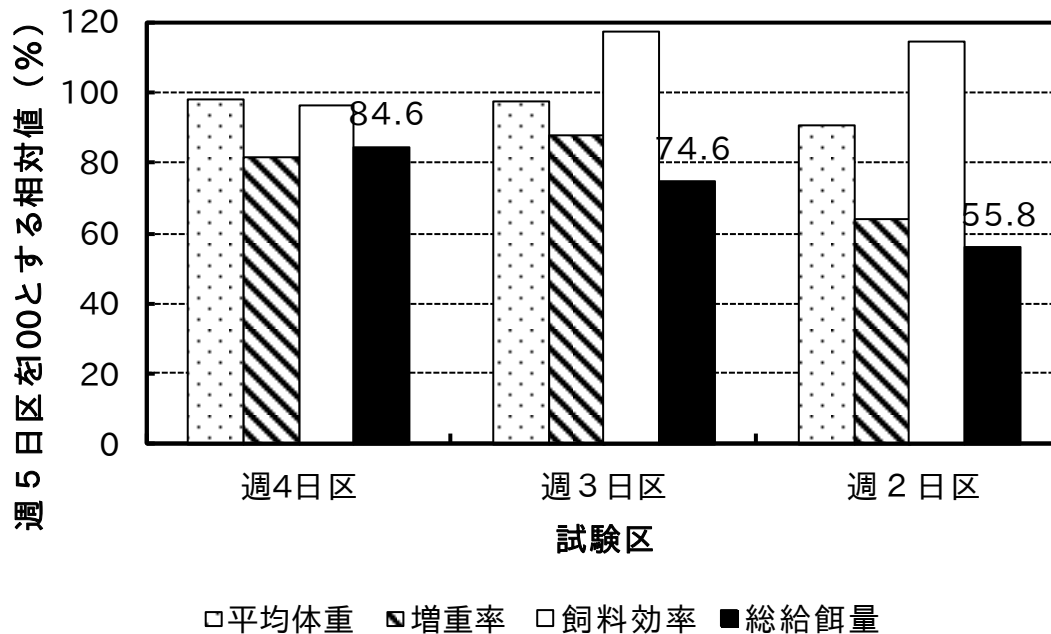


図 6 飼育成績と総給餌量の比較 (マダイ 1 歳魚夏季試験)

## 2) 冬季試験

### 材料及び方法

供試魚には平均体重が 1,354 g の人工産マダイを用い、小割生簀に 80 尾ずつ收容して 4 試験区を設け、平成 24 年 12 月 19 日から平成 25 年 4 月 9 日まで 112 日間の飼育試験を実施した。1 週間あたりの給餌回数は週 4 日、週 3 日、週 2 日及び週 1 日までの 4 段階に設定し、給餌日には市販の直径 10mm のマダイ用 EP を午前中に 1 回、飽食量を給餌した。試験期間中は Onset 社製のデータロガー Water temp pro を試験生簀周辺の深さ 1m 地点に設置し、午前 9 時の水温を記録した。また、試験期間中は 14 日おきに網替えを行い、28 日おきにそれと合わせて供試魚の総重量を測定した。また、試験終了時には前述のとおり増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。

### 結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図 7 に示した。低水温の影響から、84 日後までは平均体重の増加が緩やかであったものの、いずれの試験区でも魚はほぼ直線的に成長した。終了時における飼育成績を表 4 に示した。試験期間中に週 3 日区で 2 尾の死亡がみられたが、その他の試験区では生残率は 100%であった。給餌日数は週 4 日区で 64 日、最も少ない週 1 日区では 16 日となった。増重率は週 4 日区で 18.7%と最も高く、週 1 日区で 13.3%、週 3 日区で 11.3%と低かった。試験期間中の水温は 10.1~18.1℃で推移した。日間給餌率と飼料効率は夏季試験と同様に給餌日数が少ないほど高くなる傾向を示し、週 1 日区でそれぞれ 1.06%、78.8%と最



も高かった。増肉係数は週3日区で2.65と高く、週1日区で1.36と優れていた。試験期間中、週3日区の魚は終始摂餌が不活発で、飼育成績への影響がみられた。

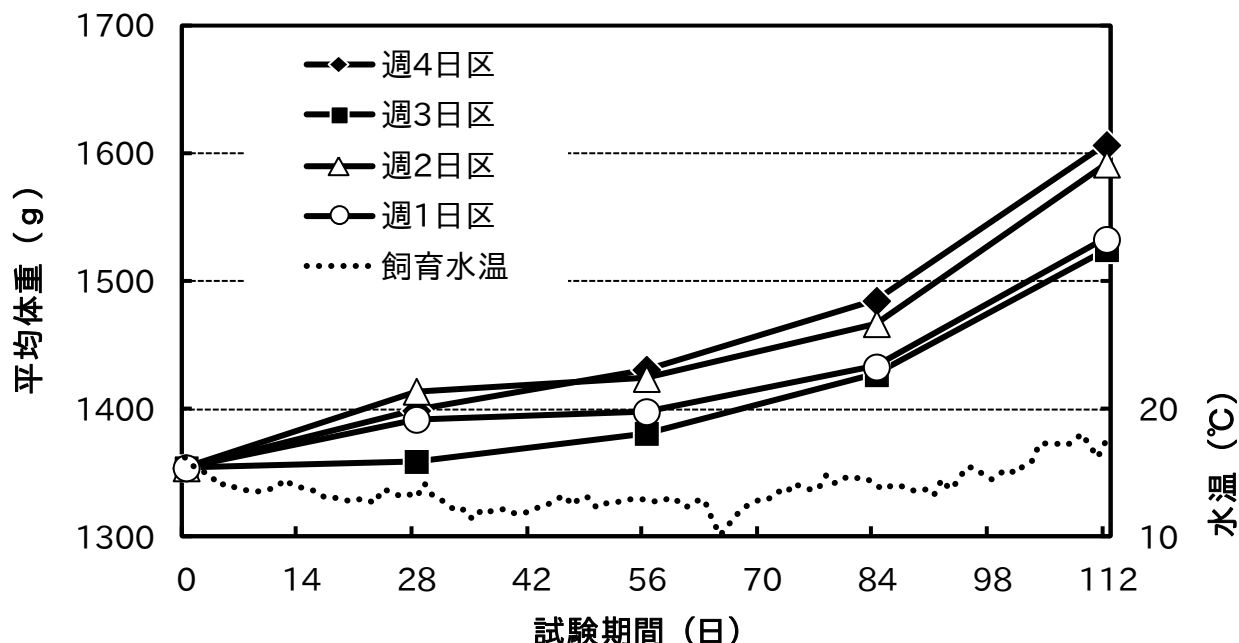


図7 平均体重の推移（マダイ1歳魚冬季試験）

表4 飼育成績（マダイ1歳魚冬季試験）

試験区		週4日区	週3日区	週2日区	週1日区
尾数	開始時	80	80	80	80
	終了時	80	78	80	80
生残率 (%)		100	97.5	100	100
平均体重 (g)	開始時	1,354	1,354	1,354	1,354
	終了時	1,603	1,511	1,584	1,521
増重率 (%)		18.7	11.3	17.5	13.3
飼育期間		2012.12.18~2013.4.9			
飼育日数 (日)		112			
給餌日数 (日)		64	48	32	16
飼育水温 (°C)		10.1~18.1			
日間給餌率 (%/日)		0.619	0.650	0.823	1.06
飼料効率 (%)		46.0	36.9	65.5	78.8
増肉係数		2.21	2.65	1.58	1.36

餌の削減量を評価するため、夏季試験と同様に最も給餌日数の多い週4日区の平均体重、増重率、飼料効率及び総給餌量をそれぞれ100とした時の他区の相対値を図8に示し、総給餌量のみ削減率も数値で併記した。週1日区では週4日区と比較して給餌量を41.4%まで削減でき、

飼料効率も 171%まで著しく向上したが、増重率は週 4 日区の 71.1%にまで低下した。今回の試験では上述のような理由から週 3 日区で飼育成績が想定よりも劣っていたが、週 2 日給餌でも飼料効率が向上したうえに増重率も週 4 日区と遜色がなかったことから、低水温期には週 2 回給餌でもマダイ 1 歳魚を良好に管理できると考えられた。この結果、週 2 日給餌では週 4 日給餌と比較して給餌量を 34.0%削減することができた。

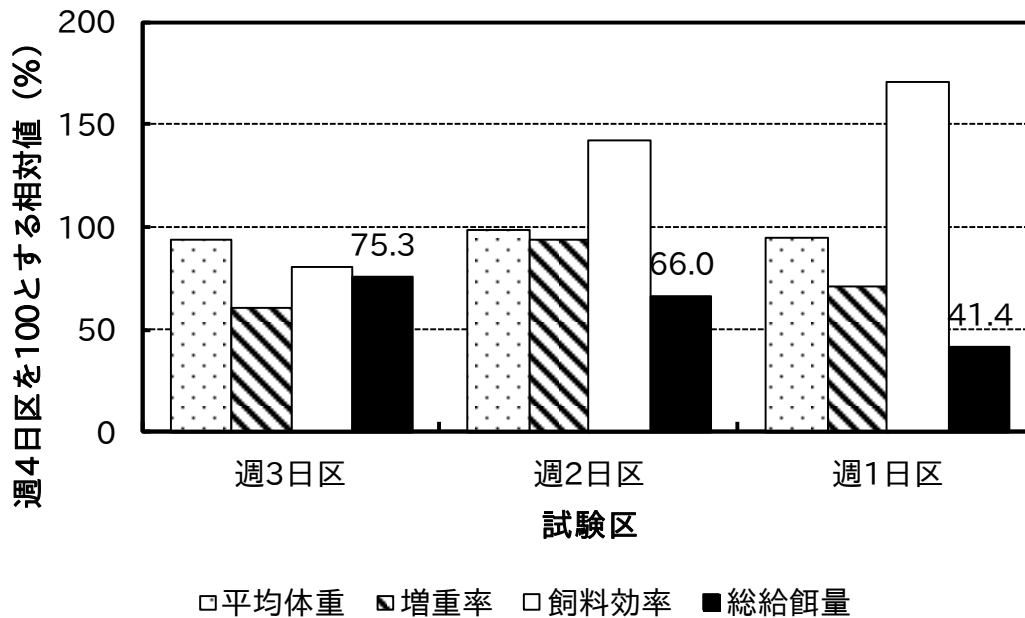


図8 飼育成績と総給餌量の比較（マダイ 1 歳魚冬季試験）

### 3 県産特産物の有効利用

近年、かんきつ類を中心として農業分野とのコラボレーションを図り、養殖魚の付加価値を向上させる取り組みが各県で盛んに行われている。そこで、本県の特産物であるショウガと直七について養殖魚への有効利用が可能かを検討した。

平成 22 年における全国のショウガ生産量は 49,060 t（農林水産統計）であるが、高知県における生産量はその 50%近くの 23,800 t を占めている。ショウガにはショウガオールやジンゲロールといった機能性成分が含まれており、健康食品として広く認知されている。そのため、水産分野においても有効活用が期待され、平成 23 年度の飼育試験においてマダイ及びカンパチ 0 歳魚を対象とした有効性試験を実施した。その結果、飼育成績やコスト面から飼料に添加する量は 0.1%が適当と考えられ、カンパチでは抗病性向上の可能性も示唆された。本年度はこれらの結果に基づいて 1 歳魚を対象とした飼育試験を実施した。

直七は県下最大の養殖地域である高知県宿毛市特産のかんきつ類であることから、有効性が確認できれば農業、水産両分野において知名度と付加価値のアップが期待できる。平成 23 年度には果汁を 5%の割合で添加した飼料をブリ、カンパチ及びマダイ 1 歳魚に給餌する試験を実施したが、本年度はマダイを対象として飼育成績と品質の面から評価を行った。

(1) ショウガ粉末添加飼料給餌試験

1) マダイ1歳魚春季試験

材料及び方法

供試魚には平均体重が464gの人工産マダイを用い、小割生簀に150尾ずつ収容して2試験区を設け、平成24年5月9日から7月4日までの56日間の飼育試験を実施した。基本飼料には市販の直径8mmのマダイ用EPを用い、表5に示した組成でショウガ粉末を含む試験飼料を調製した。なお、ショウガ粉末には平成23年度と同じ市販品を用いた。給餌は水曜日と日曜日を除く週5日行い、午前中に1回、飽食量を給餌したが、6月7日は体表カリグス駆除のため無給餌とした。試験期間中はOnset社製のデータロガーWater temp proを試験生簀周辺の深さ1m地点に設置し、午前9時の水温を記録した。また、14日おきに網替えを行うとともに、供試魚の総重量を測定した。さらに、試験終了時には前述のとおり増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。

表5 試験飼料の配合組成 (%)

試験区	対照区	0.1%ショウガ粉末区
市販EP	100	100
ショウガ粉末	0	0.1
水道水	3.3	3.3
展着剤	0.33	0.33

結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図9に示した。期間中、いずれの試験区でも魚は直線的に成長し、ショウガ粉末に起因する成長の停滞や異常は認められなかった。試験終了時における飼育成績を表6に示した。試験期間中に供試魚の死亡はみられず、生残率はいずれも100%であった。増重率は対照区で53.7%、0.1%ショウガ粉末区で52.3%を示し、両区で同等となった。

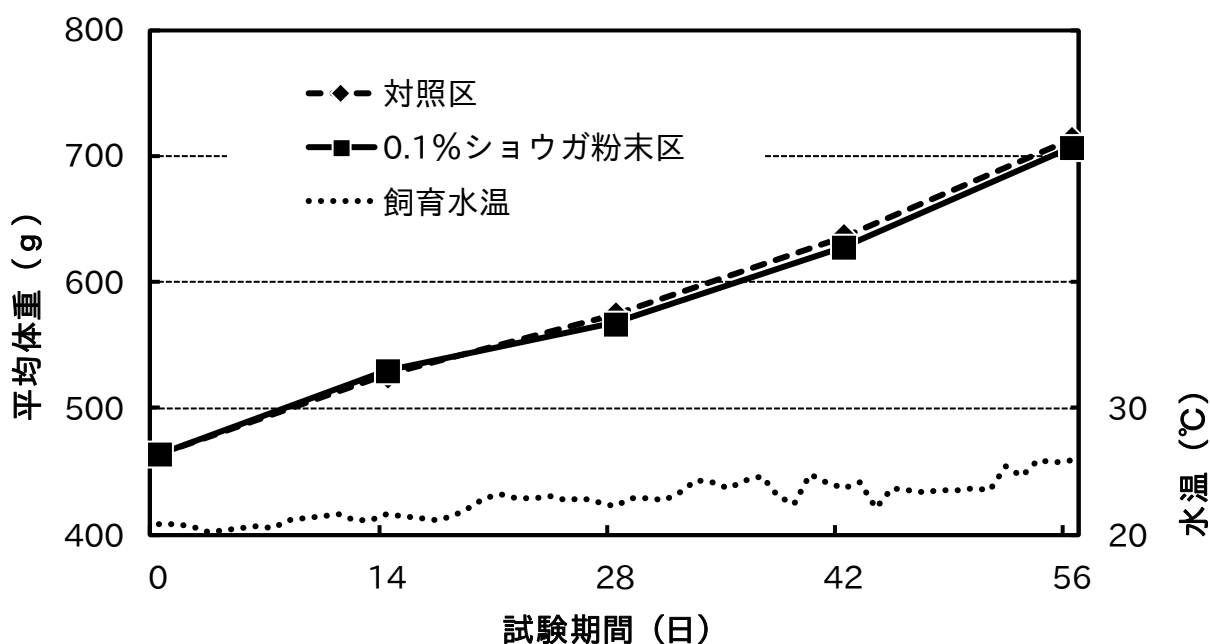


図9 平均体重の推移 (マダイ1歳魚春季ショウガ粉末添加試験)

水温は 20.2～25.9℃で推移し、日間給餌率も対照区で 2.02%、0.1%シヨウガ粉末区で 1.93%と増重率と同様の結果がみられた。また、飼料効率、増肉係数も対照区と 0.1%シヨウガ粉末区で同等であった。

表 6 飼育成績（マダイ 1 歳魚春季シヨウガ粉末添加試験）

試験区		対照区	0.1%シヨウガ粉末区
尾数	開始時	150	150
	終了時	150	150
生残率 (%)		100	100
平均体重 (g)	開始時	464	464
	終了時	713	707
増重率 (%)		53.7	52.3
飼育期間		2012.5.9～2012.7.4	
飼育日数 (日)		56	
給餌日数 (日)		39	
飼育水温 (℃)		20.2～25.9	
日間給餌率 (%/日)		2.02	1.93
飼料効率 (%)		53.8	55.2
増肉係数		1.86	1.81

## 2) マダイ 1 歳魚秋季試験

### 材料及び方法

供試魚には平均体重が 887g の人工産マダイを用い、小割生簀に 100 尾ずつ収容して 2 試験区を設け、平成 24 年 9 月 26 日から 11 月 21 日までの 56 日間の飼育試験を実施した。基本飼料には市販の直径 10mm のマダイ用 EP を用い、表 5 に示した組成でシヨウガ粉末を含む試験飼料を調製した。給餌は水曜日と日曜日を除く週 5 日行い、午前中に 1 回、飽食量を手撒きで与えた。試験期間中は Onset 社製の Water temp pro を試験生簀周辺の深さ 1m 地点に設置し、午前 9 時の水温を記録した。また、14 日おきに網替えを行うとともに、供試魚の総重量を測定した。さらに、試験終了時には前述のとおり増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。

### 結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図 10 に示した。期間中、いずれの試験区でも魚は直線的に成長し、春季試験と同様にシヨウガ粉末に起因する異常は認められなかった。試験終了時における飼育成績を表 7 に示した。飼育期間中の給餌日数は 40 日間で、水温は 18.1～26.8℃の範囲で徐々に低下した。増重率は対照区では 39.0%であったのに対し、0.1%シヨウガ粉末区で 43.4%となり、春季試験と比較して顕著に向上した。日間給餌率は対照区で 1.54%、0.1%シヨウガ粉末区で 1.55%となり、いずれの試験区でも同等であったが、飼料効率は対照区で 53.1%であったのに対し、0.1%シヨウガ粉末区では 57.7%と優れていた。増肉係数も対照区では 1.89 であったのに対し、0.1%シヨウガ粉末区では 1.73 と優れており、この結果と飼料価格からそれぞれのコストを比較した結果、シヨウガ粉末と展着剤を添加しても増重にかかるコストは 0.1%シヨウガ粉末区で割安となった。

以上の結果から、EP へのショウガ粉末の添加はマダイ 1 歳魚の飼育成績改善に有効であると判断された。また、その効果は飼料効率により反映され、春季よりも秋季において効果が顕著にみられることがわかった。

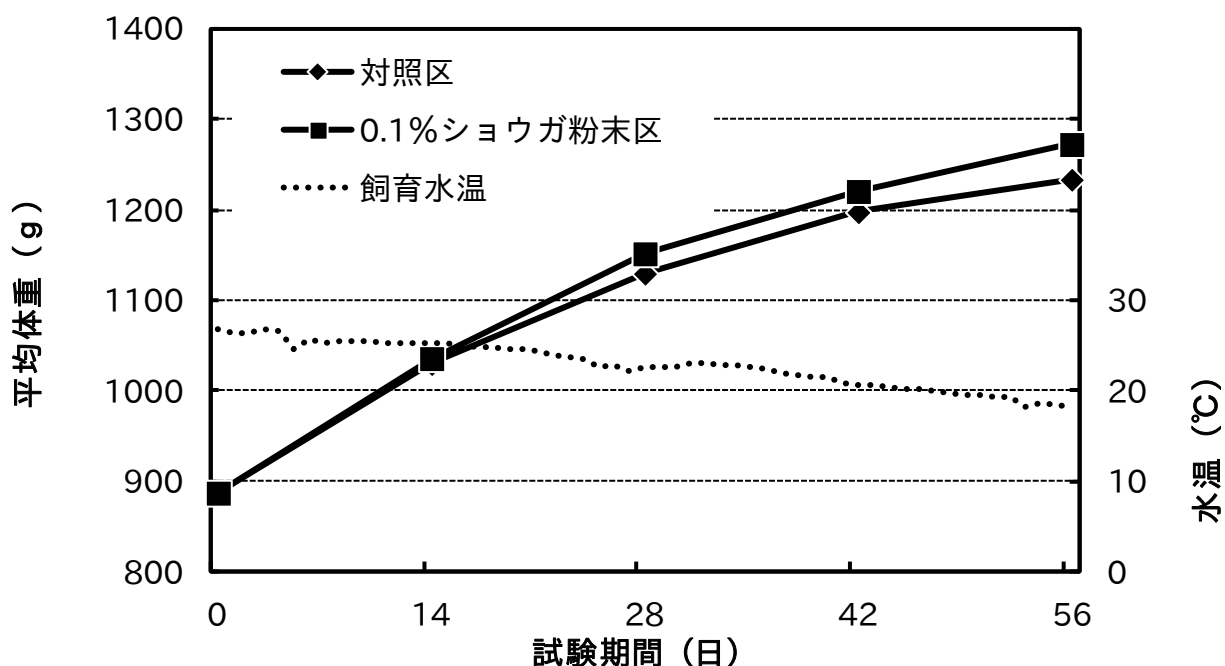


図 10 平均体重の推移 (マダイ 1 歳魚秋季ショウガ粉末添加試験)

表 7 飼育成績 (マダイ 1 歳魚秋季ショウガ粉末添加試験)

試験区		対照区	0.1% ショウガ粉末区
尾数	開始時	100	100
	終了時	99	99
生残率 (%)		99	99
平均体重 (g)	開始時	887	887
	終了時	1,234	1,273
増重率 (%)		39.0	43.4
飼育期間		2012.9.26~2012.11.21	
飼育日数 (日)		56	
給餌日数 (日)		40	
飼育水温 (°C)		18.1~26.8	
日間給餌率 (%/日)		1.54	1.55
飼料効率 (%)		53.1	57.7
増肉係数		1.89	1.73

### 3) カンパチ 1 歳魚春季試験

#### 材料及び方法

試験には平均体重が 897 g の天然由来のカンパチを用い、小割生簀に 100 尾ずつ収容して 2 試験区を設け、平成 24 年 5 月 10 日から 7 月 5 日までの 56 日間の飼育試験を実施した。基本飼料には市販の直径 10mm のブリ用 EP を用い、表 5 に示した組成で試験飼料を調製した。給餌は木曜日と日曜日を除く週 5 日行い、午前中に 1 回、飽食量を与えた。試験期間中は Onset 社製のデータロガー Water temp pro を試験生簀周辺の深さ 1m 地点に設置し、午前 9 時の水温を記録した。また、14 日おきに網換えと淡水浴を行うとともに、供試魚の全数を体重測定した。さらに、試験終了時には前述のとおり増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。

#### 結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図 11 に示した。期間中、いずれの試験区でも魚は直線的に成長し、マダイ試験と同様にショウガ粉末に起因する異常は認められなかった。試験終了時における飼育成績を表 8 に示した。試験期間中の給餌日数は 40 日で、赤潮等の環境異常は認められず生残率は対照区で 98.0%、0.1%ショウガ粉末区で 99.0%であった。増重率は対照区で 48.6%、0.1%ショウガ粉末区で 47.5%となった。試験期間中の水温は 20.2~25.9℃で推移し、試験期間中緩やかな上昇がみられた。日間給餌率は対照区で 1.74%であったのに対し、0.1%ショウガ粉末区では 1.66%とわずかに低かった。一方、飼料効率は対照区では 56.5%であったのに対して 0.1%ショウガ粉末区で 58.0%とわずかに高く、増肉係数は対照区で 1.75、0.1%ショウガ粉末区で 1.71 と同等であった。

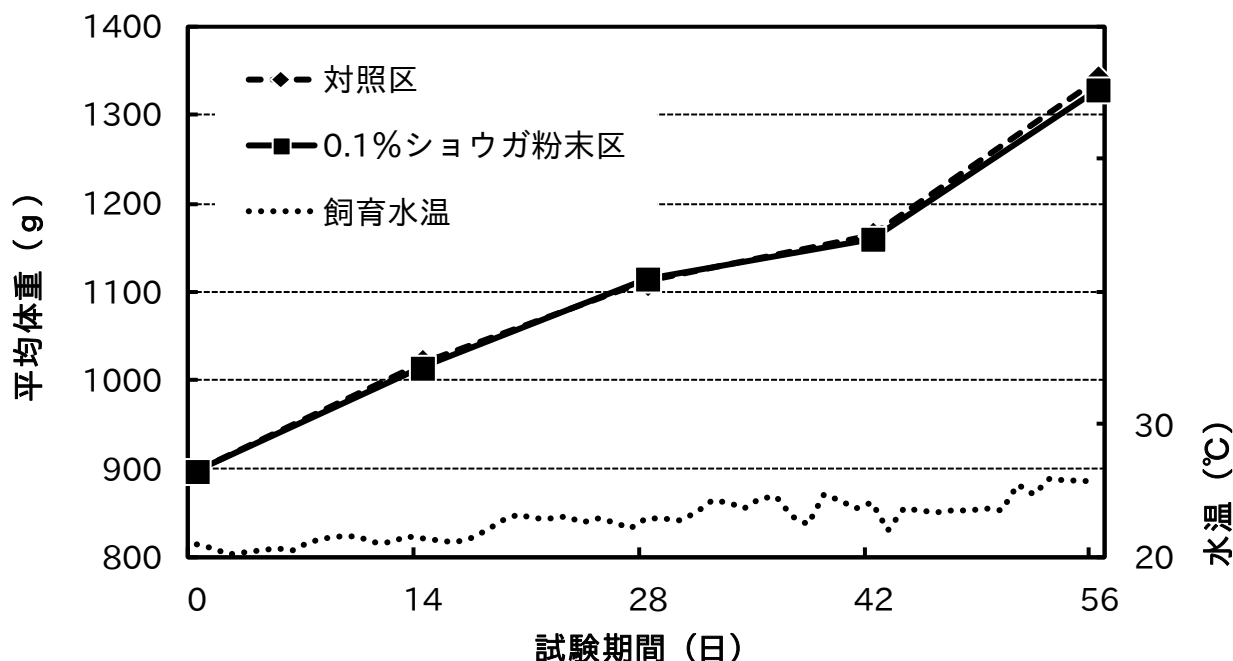


図 11 平均体重の推移 (カンパチ 1 歳魚春季ショウガ粉末添加試験)

表 8 飼育成績（カンパチ 1 歳魚春季シヨウガ粉末添加試験）

試験区		対照区	0.1%シヨウガ粉末区
尾数	開始時	100	100
	終了時	98	99
生残率 (%)		98	99
平均体重 (g)	開始時	897	897
	終了時	1,341	1,329
増重率 (%)		48.6	47.5
飼育期間		2012.5.10~2012.7.5	
飼育日数 (日)		56	
給餌日数 (日)		40	
飼育水温 (°C)		20.2~25.9	
日間給餌率 (%/日)		1.74	1.66
飼料効率 (%)		56.5	58.0
増肉係数		1.75	1.71

#### 4) カンパチ 1 歳魚秋季試験

##### 材料及び方法

試験には平均体重が 2,200 および 2,202 g の天然由来のカンパチを用い、小割生簀に 45 尾ずつ收容して 2 試験区を設け、平成 24 年 10 月 25 日から 12 月 20 日までの 56 日間の飼育試験を実施した。基本飼料には市販の直径 15mm のブリ用 EP を用い、表 5 に示した組成でシヨウガ粉末を含む試験飼料を調製した。給餌は木曜日と日曜日を除く週 5 日行い、午前中に 1 回、飽食量を与えた。試験期間中は Onset 社製のデータロガー Water temp pro を試験生簀周辺の深さ 1m 地点に設置し、午前 9 時の水温を記録した。また、14 日おきに網替えと淡水浴を行うとともに、供試魚の総重量を測定した。さらに、試験終了時には前述のとおり増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。

##### 結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図 12 に示した。春季試験と同様に期間中いずれの試験区でも魚は直線的に成長し、シヨウガ粉末に起因するような異常は認められなかった。試験終了時における飼育成績を表 9 に示した。期間中に供試魚の死亡はみられず、生残率はいずれの試験区でも 100% であった。増重率は対照区で 15.7% であったのに対し 0.1% シヨウガ粉末区では 18.1% と向上した。試験期間中の水温は 14.9~23.0°C で推移し、試験経過に伴って徐々に低下した。日間給餌率は対照区で 0.88%、0.1% シヨウガ粉末区で 0.86% と同等であった。飼料効率は 0.1% シヨウガ粉末区で 48.3% と高く、増肉係数も 2.07 と対照区より優れていた。

本試験で用いた飼料のコストをシヨウガ粉末と展着剤を含めて比較した結果、増肉係数換算で 0.1 以上の差があればこれら添加物の上乗せ経費が相殺される計算となる。本試験ではその差が 0.35 みられ、コスト面でもシヨウガ粉末の有効性が認められたものと判断される。

##### 総括

EP に 0.1% の割合でシヨウガ粉末を添加した結果、マダイ、カンパチともに飼料効率の改善

に効果がみられることがわかった。増肉係数からコストを算出すると、いずれの魚種でも秋季における利用がより有効かつ経済的であり、特にカンパチで効果的であった。今後は養殖現場規模での効果とコスト削減を検証する必要がある。

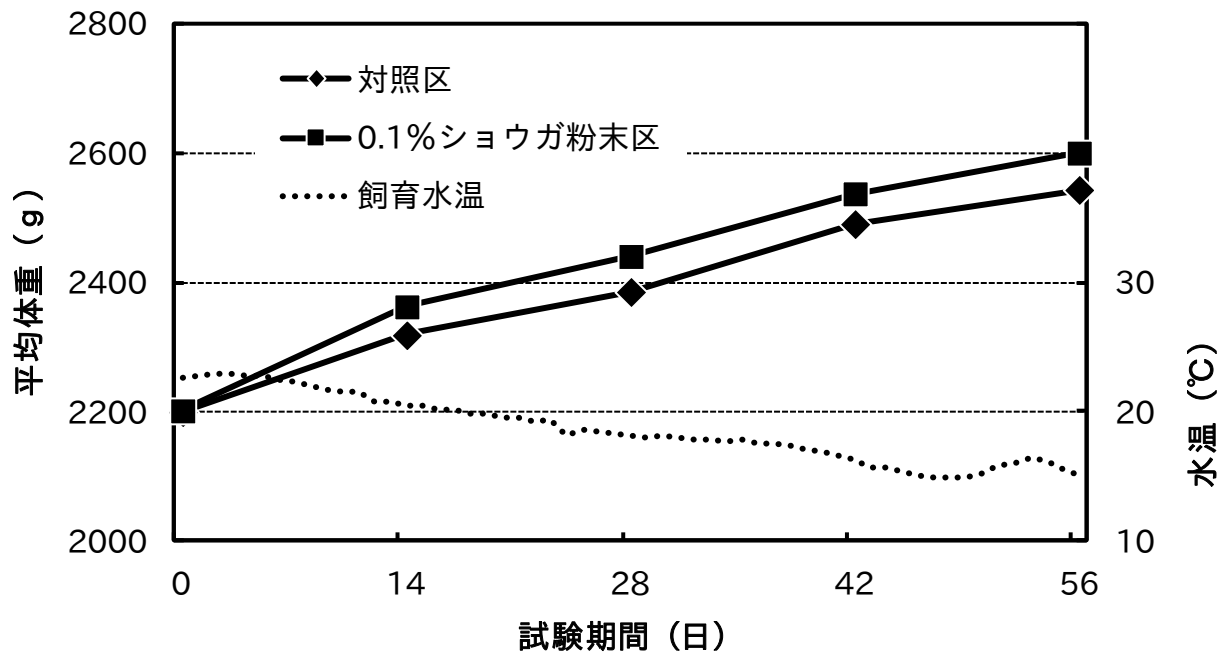


図 12 平均体重の推移 (カンパチ 1 歳魚秋季ショウガ粉末添加試験)

表 9 飼育成績 (カンパチ 1 歳魚秋季ショウガ粉末添加試験)

試験区		対照区	0.1% ショウガ粉末区
尾数	開始時	45	45
	終了時	45	45
生残率 (%)		100	100
平均体重 (g)	開始時	2,200	2,202
	終了時	2,544	2,601
増重率 (%)		15.7	18.1
飼育期間		2012.10.25~2012.12.20	
飼育日数 (日)		56	
給餌日数 (日)		40	
飼育水温 (°C)		14.9~23.0	
日間給餌率 (%/日)		0.88	0.86
飼料効率 (%)		41.5	48.3
増肉係数		2.42	2.07



(2) 直七果汁添加飼料給餌試験

1) マダイ1歳魚水温上昇期試験

材料及び方法

供試魚には平均体重が 968 および 957 g の人工産マダイを用い、小割生簀に 115 尾ずつ収容して 2 試験区を設け、平成 24 年 6 月 27 日から 8 月 8 日までの 42 日間の飼育試験を実施した。基本飼料には市販の直径 8mm のマダイ用 EP を用い、表 10 に示したように直七果汁を 5% の割合で含む試験飼料を調製した。直七果汁には 20L 入りの市販品を用い、それを 500ml 程度ずつ小分けにして使用時まで冷凍保存した。試験飼料の調製は給餌当日に行い、飼料に直七果汁を混合した後に 30 分程度吸着させてから給餌した。給餌は水曜日と土曜日を除く週 5 日行い、午前中に 1 回、飽食量を与えた。試験期間中は Onset 社製のデータロガー Water temp pro を試験生簀周辺の深さ 1m 地点に設置し、午前 9 時の水温を記録した。また、14 日おきに網換えを行うとともに、21 日後（中間時）及び終了時に供試魚の総重量を測定した。さらに、試験終了時には前述のとおり増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。

表 10 試験飼料の配合組成 (%)

	対照区	5%直七区
市販EP	100	100
直七果汁	0	5
水道水	10	5

結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図 13 に示した。期間中、いずれの試験区でも魚は直線的に成長し、直七果汁に起因するような異常は認められなかった。試験終了時における飼育成績を表 11 に示した。試験期間中に 1 尾ずつの死亡がみられ、生残率はいずれも 99.1%であった。

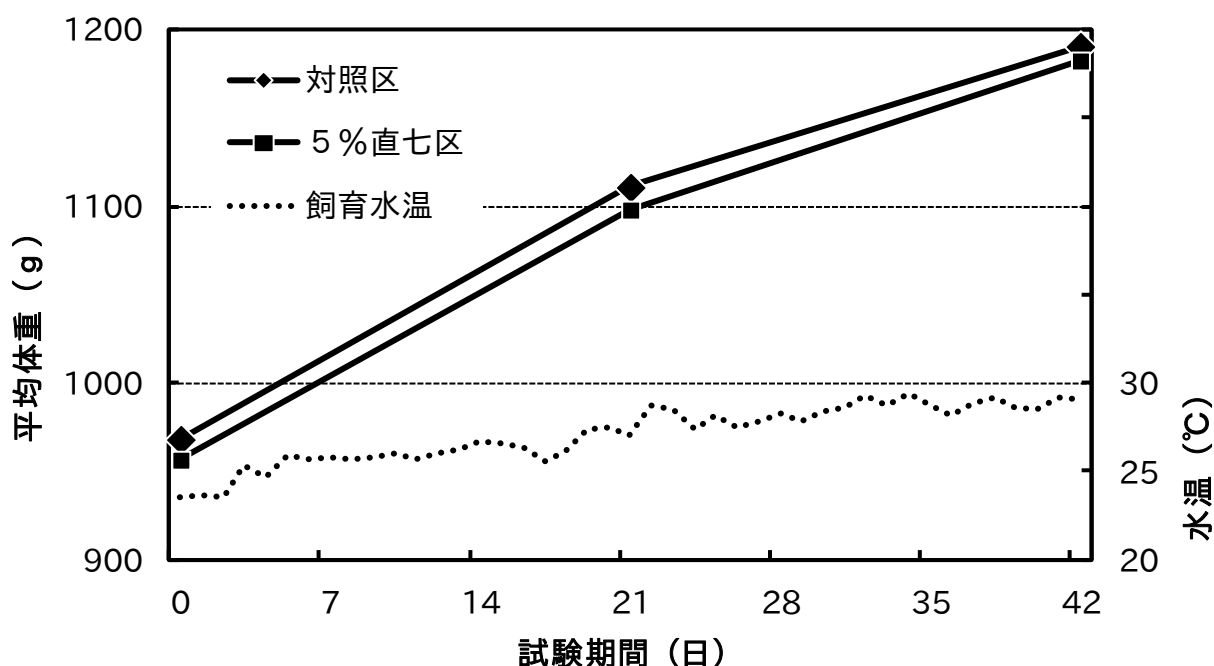


図 13 平均体重の推移 (マダイ1歳魚直七果汁水温上昇期試験)

増重率は対照区が 23.0%、5%直七区で 23.7%と同等であった。飼育水温は 23.5～29.4℃の範囲で推移し、試験経過に伴って徐々に上昇した。日間給餌率は対照区で 0.99%、5%直七区で 1.01%と同等で、飼料効率及び増肉係数にも同様の傾向が認められ、5%直七区ではそれぞれ 50.4%及び 2.00 となった。

表 11 飼育成績（マダイ 1 歳魚直七果汁水温上昇期試験）

試験区		対照区	5%直七区
尾数	開始時	115	115
	終了時	114	114
生残率 (%)		99.1	99.1
平均体重 (g)	開始時	968	957
	終了時	1,191	1,183
増重率 (%)		23.0	23.7
飼育期間		2012.6.27～2012.8.8	
飼育日数 (日)		42	
給餌日数 (日)		30	
飼育水温 (℃)		23.5～29.4	
日間給餌率 (%/日)		0.99	1.01
飼料効率 (%)		49.7	50.4
増肉係数		2.02	2.00

平成 23 年度には水温下降期に 2 歳魚を用いた飼育試験を実施した。その結果、摂餌や成長に及ぼす影響は認められなかったが、終了時の平均体重が 2,500 g 弱と一般的な出荷サイズよりも魚体が大きかったため、成長差が現れにくかったことも否定できなかった。しかし、平成 24 年度に実施した 1 歳魚を用いた水温上昇期の飼育試験でも同様の傾向がみられたことから、直七果汁を飼料に 5%添加してもマダイの飼育成績に悪影響を及ぼさないと判断された。

## 2) マダイ 1 歳魚水温下降期試験

### 材料及び方法

供試魚には平均体重が 1,518 および 1,514 g の人工産マダイを用い、小割生簀に 65 尾ずつ収容して 2 試験区を設け、平成 24 年 10 月 17 日から 11 月 28 日までの 42 日間の飼育試験を実施した。基本飼料には市販の直径 10mm のマダイ用 EP を用い、表 12 に示した組成で 5%の直七果汁を含む試験飼料を調製した。なお、水温上昇期試験では直七果汁と水道水の比率を 1 : 1 としたが、本試験では EP への吸着性を考慮して 1 : 0.5 に変更した。また、試験用の直七果汁とその保存及び吸着方法は水温上昇期試験と同様とした。給餌は水曜日と土曜日を除く週 5 日行い、午前中に 1 回、飽食量を与えた。試験期間中は Onset 社製のデータロガー Water temp pro を試験生簀周辺の深さ 1m 地点に設置し、午前 9 時の水温を記録した。また、14 日おきに網替えを行うとともに 21 日後（中間時）及び終了時には供試魚の総重量を測定した。

試験終了時には前述のとおり増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出するとともに、体色の測定と食味試験を行った。体色測定には各区 5 尾ずつを供試し、即殺後、海水水中で 24 時間冷却させてから写真 1 に示した 2 点で行った。すなわち、I として背鰭先端と側線の間地点、II として尾柄部中間地点とし、同一の箇所でも 3 回測定してその平均値を算出し、t 検定を用いて有意差を判定した。測定項目は a 値、b 値及び L 値とし、これらの結果から c 値と  $\Delta E$  を算出して区間で比較した。なお、測定にはコニカミノルタ株式会社製の色彩色差計 CR-400 を用いた。

食味試験には体色測定に用いた 5 尾の中から肥満度が近い 4 尾ずつを用いた。供試魚はラウンドのまま 4℃ の冷蔵庫で 24 時間冷蔵保管した後、刺身の段階まで処理して実施した。食味試験における評価は「外観」、「におい」、「旨み」、「歯ごたえ」及び「総合評価」の 5 項目とし、それぞれ 5 段階評価を行う形で実施した。さらに、その点数差から両区の優劣を決定し、符号検定により有意差を判定した。

表 12 試験飼料の配合組成 (%)

	対照区	5%直七区
市販EP	100	100
直七果汁	0	5
水道水	7.5	2.5

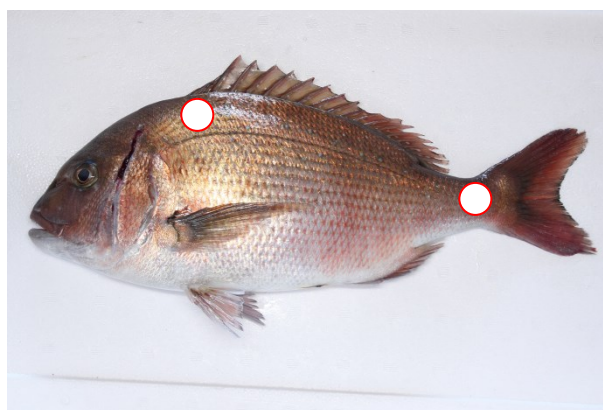


写真 1 体色の測定地点

### 結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図 14 に示した。期間中、いずれの試験区でも魚は直線的に成長し、直七果汁に起因するような異常は認められなかったが、中間時の魚体測定以降は水温の低下に伴って平均体重の増加が鈍くなった。試験終了時における飼育成績を表 13 に示した。いずれの試験区でも試験期間中に死亡は認められず、生残率は 100%であった。終了時の平均体重は対照区で 1,816 g、5%直七区で 1,761 g となり、増重率は 5%直七区で 17.5%とやや低かった。水温は 17.7~24.5℃ で推移した。日間給餌率、飼料効率及び増肉係数にも増重率と同様の傾向がみられた。

体色の測定結果を図 15 に示した。L 値はいずれの部位でも 5%直七区で高く、測定部位 I では対照区が 41.2 であったのに対し、5%直七区では 44.0 と高かった ( $P<0.05$ )。C 値では個体差が大きかったが、測定部位 I においては対照区で 14.2、5%直七区で 16.1 となり、L 値と同様に 5%直七区で高い値を示した。一般的に、 $\Delta E$  が 1.5 を超えると感知できるほど異なるとされているが、本試験では測定部位 I で 3.48、測定部位 II で 2.39 となった。L 値と C 値はマダイの品質評価に利用されている指標であるが、本試験においては 5%直七区でこれらの値が高く、 $\Delta E$  でも顕著な差がみられたことから、5%直七区におけるマダイの外観は対照区よりも優れていたと判断される。

食味試験で用いた魚の測定結果と 5 段階評価の平均値を表 14 に示した。供試魚の平均体重は対照区で 2,002 g、5%直七区で 1,739 g であり、肥満度はそれぞれ 24.4 及び 25.7 であっ

た。パネラー数は水産試験場職員を中心とする 17 名で、5 段階評価では「外観」以外のすべての項目について 5 %直七区で高評価となった。特に、総合評価をみると対照区では 3.12 であったのに対し、5 %直七区では 3.59 と顕著な差がみられた。表 15 にそれぞれの項目について点数が高かったほうを人数で示した。個別評価では「同じ・わからない」と判断した人が多く、「旨み」の指標を除くといずれも 50%を超えていた。一方、総合評価をみると 5 %直七区で高い評価を出したパネラーが 12 人と多く ( $P<0.05$ )、総パネラー数の 70.6%を占めていた。

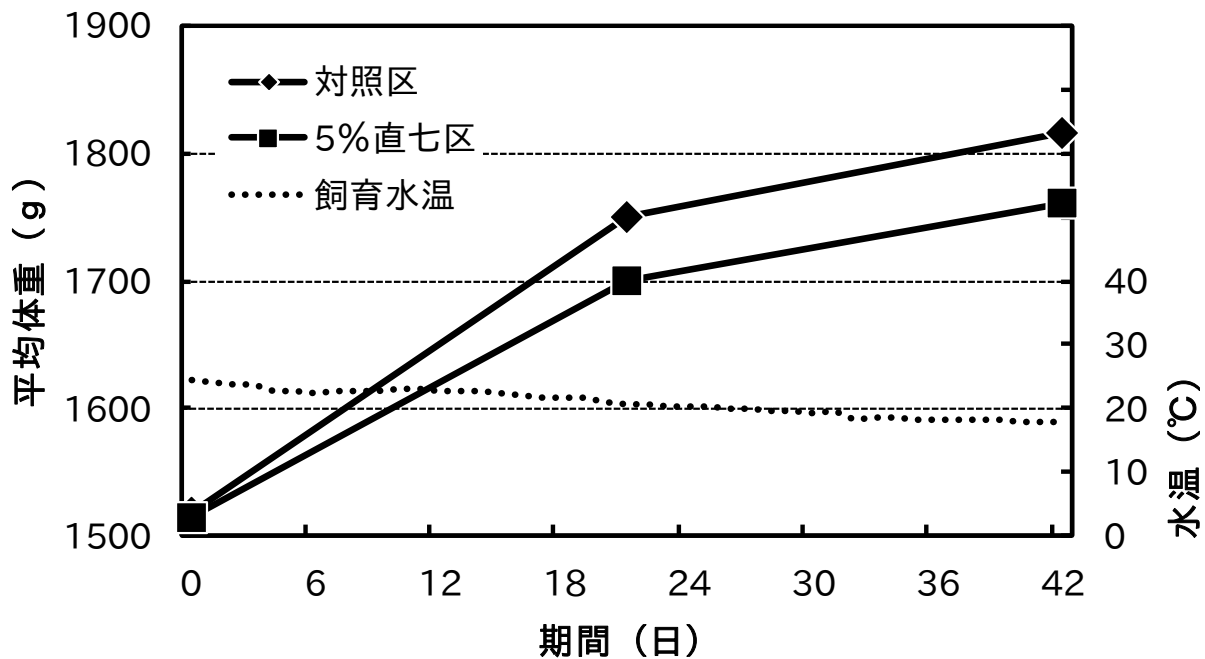


図 14 平均体重の推移 (マダイ 1 歳魚直七果汁水温下降期試験)

表 13 飼育成績 (マダイ 1 歳魚直七果汁水温上昇期試験)

試験区		対照区	5 %直七区
尾数	開始時	65	65
	終了時	65	65
生残率 (%)		100	100
平均体重 (g)	開始時	1,518	1,514
	終了時	1,816	1,761
増重率 (%)		19.3	17.5
飼育期間		2012.10.17~2012.11.28	
飼育日数 (日)		42	
給餌日数 (日)		30	
飼育水温 (°C)		17.7~24.5	
日間給餌率 (%/日)		1.12	1.09
飼料効率 (%)		61.7	58.6
増肉係数		1.89	2.16

今回の食味試験では個別評価で判断が難しいものもあったが、総合的には直七果汁を添加したマダイで評価が高かった。平成 23 年度の試験でも直七果汁を 5 % 添加したマダイの評価は高かったことから、水温下降期には安定した結果がみられ、差別化が図れる可能性が示された。

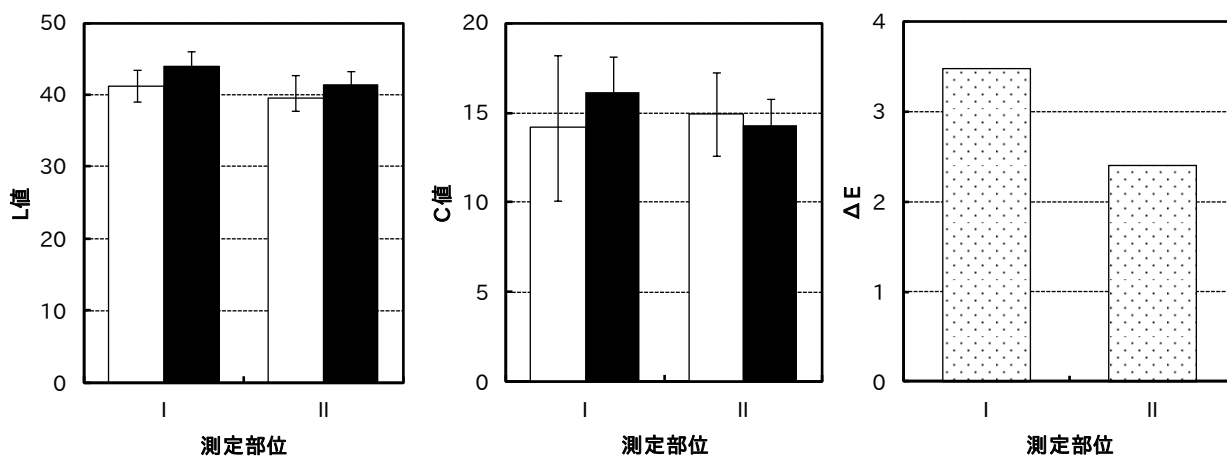


図 15 体色の測定結果 (□ : 対照区、■ : 5 % 直七区)

表 14 食味試験で用いた魚体の測定結果と 5 段階評価の平均値

	魚体の測定結果 (4尾の平均)		5 段階評価の平均				
	平均体重	肥満度	外観	におい	旨み	歯ごたえ	総合評価
対照区	2,002g	24.4	3.76	3.29	3.29	3.24	3.12
5%直七区	1,739g	25.7	3.53	3.47	3.41	3.29	3.59

表 15 5 段階評価で高点数がみられた人数とその割合

	外観	におい	旨み	歯ごたえ	総合評価
人数					
対照区	6	2	4	3	3
5%直七区	2	4	6	4	12 ※
同じ・わからない	9	11	7	10	2
割合 (%)					
対照区	35.3	11.8	23.5	17.6	17.6
5%直七区	11.8	23.5	35.3	23.5	70.6
同じ・わからない	52.9	64.7	41.2	58.8	11.8

※  $P < 0.05$

### 3) イベント会場での試食出展とアンケート調査

飼育試験後の食味試験で安定して高評価がみられたことを受け、直七果汁添加魚を水産関係のイベントに出展し、一般消費者に対する情報の発信と幅広い年齢層からの評価を受けることを目的とした。

#### 材料及び方法

試食アンケートは平成 25 年 1 月 20 日に高知市で開催された第 3 回土佐のおさかなまつりの会場で行った。素材として小割生簀で飼育したマダイとカンパチの 1 歳魚を用い、対照区と 5%直七区の 2 試験区を設けてイベントまで飼育を行った。マダイは 39 尾ずつ収容し、飼育期間は平成 24 年 12 月 6 日から平成 25 年 1 月 18 日までの 45 日間（午前 9 時の水温 12.5～16.4℃）とした。一方、カンパチは 20 尾ずつ収容し、飼育期間は平成 24 年 12 月 21 日から平成 25 年 1 月 18 日までの 30 日間（午前 9 時の水温 12.5～15.0℃）とした。飼料には市販の EP を用い、マダイには 10mm、カンパチには 15mm の直径のものを使用して、いずれの魚種も飼育期間中は週 3 回の頻度で飽食給餌を行った。また、飼料に吸着させる直七果汁は前述のマダイ水温下降期試験と同様とし、飼料組成は表 16 に示したとおりとした。なお、本飼育は飼育成績を比較することを目的としなかったため、直七果汁の投与を開始する際に魚体重の測定は行わなかった。

試食出展した魚の平均体重を表 17 に示した。マダイはイベント当日の早朝に両区から 10 尾ずつ取り上げ、その平均体重は対照区で 1.69kg、5%直七区で 1.66kg であった。カンパチはイベント前日の朝に両区から 5 尾ずつ取り上げ、氷を敷いた発泡スチロール中に密閉して当日まで冷蔵保管した。平均体重は対照区で 2.48kg、直七区で 2.78kg であった。いずれの魚種も即殺後は海水水中で 1 時間の血抜きと冷却を行った。イベント会場では対照区と 5%直七区の魚それぞれについて背側及び腹側の刺身を 1 枚ずつ、計 4 枚をセットにしてトレイに載せ、アンケート協力者に提供した。なお、提供したトレイには A、B と示し、試食の段階ではどちらが直七果汁を添加した魚か判断できない状態で提供した。試食後は年齢区分ごとに異なる色でラベリングしたプレートを判定箱に投入してもらい、結果を集計した。

表 16 試験飼料の組成 (%)

	マダイ		カンパチ	
	対照区	5%直七区	対照区	5%直七区
市販EP	100	100	100	100
直七果汁	0	5.0	0	5.0
水道水	7.5	2.5	5.0	0

表 17 試食出展した魚の平均体重 (kg)

	マダイ	カンパチ
対照区	1.69±0.13	2.48±0.11
5%直七区	1.66±0.19	2.78±0.24

結果及び考察

マダイにおける判定結果を表 18 に示した。アンケートには 111 名が参加し、そのうちの 44 名が 5%直七区で優れていると評価した。年齢別にみると、10-19 歳の区分では対照区と 5%直七区の割合が同数であったが、それ以外の年齢区分では対照区よりやや劣る結果がみられた。前述の水溫下降期におけるマダイでの試験では、即殺から 24 時間後に食味試験を実施したが、今回の試食に用いたマダイは即殺後 4～5 時間しか経過していない死後硬直前の魚であった。試食に用いたマダイは対照区から順に取り上げたことから、対照区と 5%直七区で評価が分かれたのは、直七果汁の有無よりもむしろ、取り上げ時間の微妙な差とそれに伴う身の固さなどが影響したのかもしれない。

表 18 マダイの試食アンケート集計結果

年齢	人数			割合 (%)		
	対照区	5%直七区	同じ・ わからない	対照区	5%直七区	同じ・ わからない
10歳未満	16	11	0	59.3	40.7	0
10-19歳	2	2	0	50.0	50.0	0
20-29歳	2	1	1	50.0	25.0	25.0
30-39歳	16	12	2	53.3	40.0	6.7
40-49歳	10	6	1	58.8	35.3	5.9
50-59歳	7	6	0	53.8	46.2	0
60-69歳	7	4	0	63.6	36.4	0
70歳以上	3	2	0	60.0	40.0	0
合計	63	44	4			

カンパチでの結果を表 19 に示した。アンケートには 104 名が参加し、そのうちの 56 名が 5%直七区で高い評価を示した。参加者の年齢区分をみると、20 歳代から 60 歳代までの幅広い年齢層で 5%直七区の評価が高く、最もパネラー数の多かった 30-39 歳の区分では 52.4%、次いで多かった 50-59 歳の区分では 68.8%と高かった。カンパチは飼育期間が 30 日、給餌回数も 12 回とマダイよりも短期間であったが、イベント会場では柑橘系の香りを認識する参加者もあり、良好な結果が得られた。

表 19 カンパチの試食アンケート集計結果

年齢	人数			割合 (%)		
	対照区	5%直七区	同じ・ わからない	対照区	5%直七区	同じ・ わからない
10歳未満	9	10	2	42.9	47.6	9.5
10-19歳	7	1	0	87.5	12.5	0
20-29歳	0	4	0	0	100	0
30-39歳	9	11	1	42.9	52.4	4.8
40-49歳	4	8	1	30.8	61.5	7.7
50-59歳	5	11	0	31.3	68.8	0
60-69歳	3	7	0	30.0	70.0	0
70歳以上	5	4	2	45.5	36.4	18.2
合計	42	56	6			

#### 4 マダイの成熟抑制試験

マダイ養殖でみられる問題の一つとして、成熟期にみられる体色の黒化や生殖腺の発達に伴う品質劣化、飼育成績の低下が挙げられる。本試験では、給餌頻度を検討することでマダイの成熟を抑制できるかを調べ、飼育成績への影響を検証した。

##### (1) 成熟期における1歳魚の適正給餌頻度

###### 材料及び方法

供試魚には平均体重が 1,675 及び 1,676 g の人工産マダイを用い、小割生簀に 81 尾ずつ収容して 3 試験区を設け、平成 24 年 11 月 29 日から平成 25 年 4 月 18 日までの 140 日間の飼育試験を実施した。1 週間あたりの給餌日数は週 3 日を最大として、週 1 日、週 0.5 回（2 週間に 1 回）とした。飼料には市販の直径 10mm のマダイ用 EP を用い、給餌日の午前中に 1 回、飽食量を手撒きで与えた。試験期間中は Onset 社製のデータロガー Water temp pro を試験生簀周辺の深さ 1m 地点に設置し、午前 9 時の水温を記録した。試験期間中は 14 日おきに網替えを行い、28 日おきにそれと合わせて供試魚の総重量を測定した。また、試験終了時には前述のとおり増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。さらに、試験開始時には予備飼育魚から、試験期間中は 6 尾ずつ、試験終了時には 10 尾ずつ各区からサンプリングし、体色及び生殖腺指数（以下 GSI）の測定を行った。なお、体色の測定は前述の写真 1 の I の部分で行い、同一の箇所でも 3 回測定してその平均値を算出した。測定項目は a 値、b 値及び L 値とし、a 値及び b 値の結果から c 値を算出して比較した。測定にはコニカミノルタ株式会社製の色彩色差計 CR-400 を用いた。

###### 結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図 16 に示した。週 3 日区では試験開始から 84 日後にかけて緩やかに上昇し、それ以降は急激に成長した。週 1 日区でも 84 日後以降は急激に成長したが、週 0.5 日区ではマダイの成長は終始認められなかった。試験終了時における飼育成績を表 20 に示した。試験期間中、週 0.5 日区で 1 尾の死亡が確認されたが、その他の区では生残率は

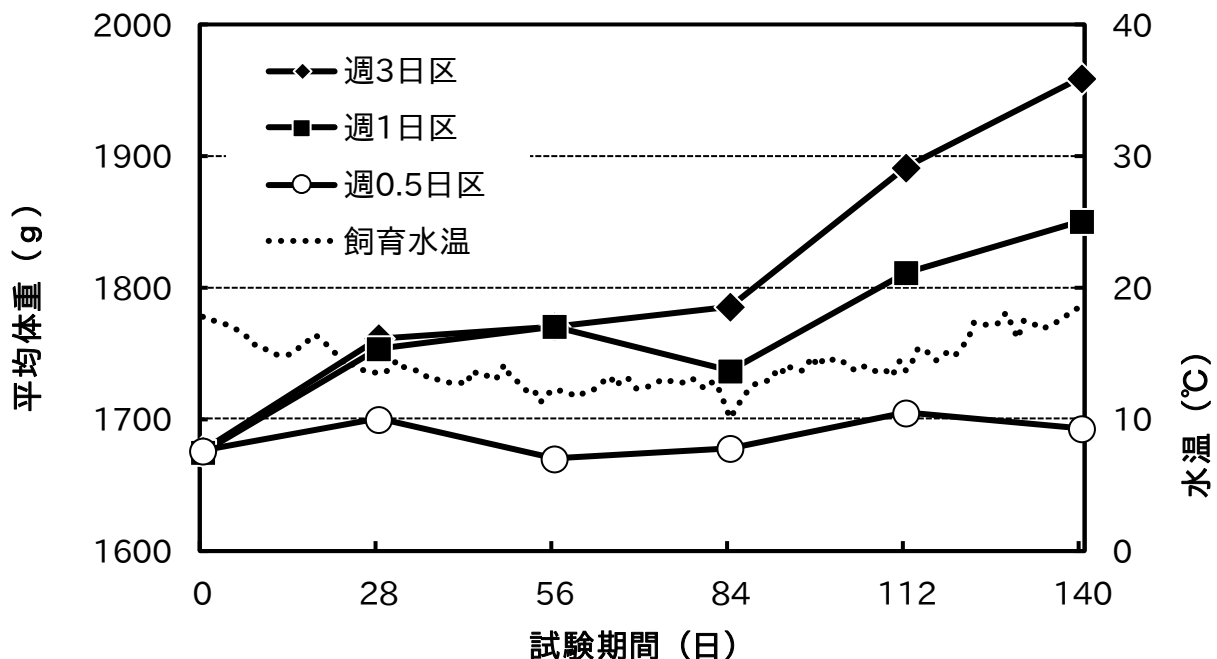


図 16 平均体重の推移（マダイ 1 歳魚成熟抑制試験）



100%であった。試験終了時の平均体重は週3日区で1,960g、週1日区で1,852g、週0.5日区で1,693gとなり、増重率は週3日区の14.2%が最も高く、週0.5日給餌では0.674%であった。試験期間中の水温は10.1~18.5℃の範囲で推移し、84日後以降は上昇がみられた。日間給餌率は給餌頻度が低いほど高く、週3日区では0.70%であったのに対し、週0.5日区では1.37%となった。飼料効率は週3日区及び週1日区で39.6%となり、週0.5日区では6.24%と低かった。増肉係数は週1日区で2.16と最も優れていた。

サンプリングしたマダイの雌雄内訳を表21に示した。いずれの測定日でも雌の割合が高かったが、84日後の週1日区では雌雄を判別できない個体が1尾あり、体色、GSIの測定は行わなかった。体色の測定結果を図17及び18に示した。L値はいずれの試験区でも112日後以降低下したが、それを含みいずれの測定日でも週0.5日区で高い傾向がみられ、低頻度の給餌が体表の明るさ維持に影響していたと推察された。C値には給餌頻度の影響は認められなかったが、L値と同様に112日後以降はいずれの試験区でも低下する傾向にあった。

表20 飼育成績（マダイ1歳魚成熟抑制試験）

試験区		週3日区	週1日区	週0.5日区
尾数	開始時	81	81	81
	終了時	81	81	80
生残率 (%)		100	100	98.8
平均体重 (g)	開始時	1,676	1,675	1,676
	終了時	1,960	1,852	1,693
増重率 (%)		14.2	7.13	0.674
飼育期間		2012.11.29~2013.4.18		
飼育日数 (日)		140		
給餌日数 (日)		60	20	10
飼育水温 (℃)		10.1~18.5		
日間給餌率 (%/日)		0.70	1.08	1.37
飼料効率 (%)		39.6	39.6	6.24
増肉係数		2.68	2.16	13.6

表21 サンプリング魚の雌雄内訳（マダイ1歳魚成熟抑制試験）

雌雄	開始時	試験区	開始後日数				
			28	56	84	112	140
雄	2	週3日区	1	2	2	1	5
		週1日区	1	1	1	2	3
		週0.5日区	1	2	3	1	3
雌	8	週3日区	5	4	4	5	5
		週1日区	5	5	4	4	7
		週0.5日区	5	4	3	5	7
計	10		18	18	17	18	30

試験期間中の GSI の推移を雌雄別に図 19 及び 20 に示した。表 21 に示したように雄は個体数が少なかったが、水温の上昇がみられ始めた 112 日後以降 GSI が上昇する傾向にあった。週 3 日区では 140 日後に 3 個体で GSI が 1 % を下回っていたが、精巣の状況から判断して、これらの個体はすでに放精されていたものと考えられた。雌でも 112 日後以降はいずれの試験区でも GSI の上昇がみられたが、週 0.5 日区では 140 日後の GSI が他の試験区よりも低く、卵巢の状況をみても他の試験区より成熟が遅れていたものと判断された。

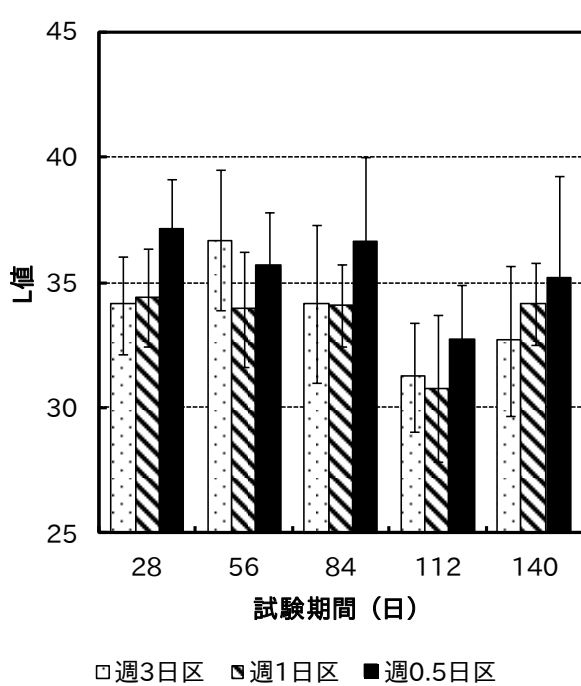


図 17 L 値の推移

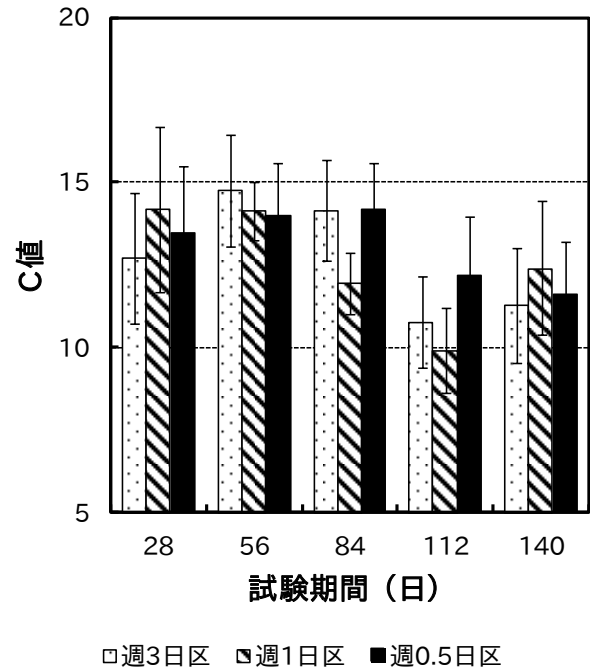


図 18 c 値の推移

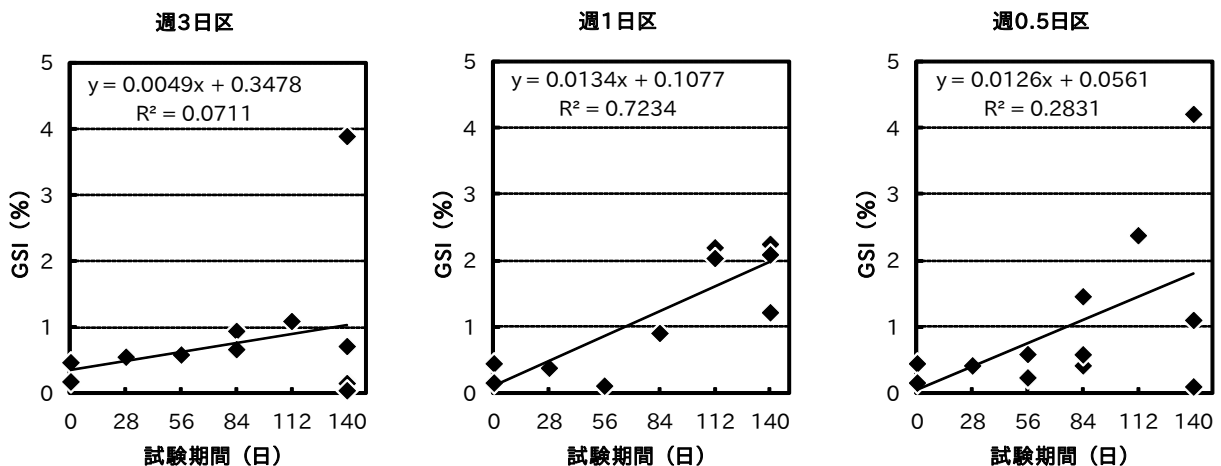


図 19 GSI の推移 (雄)

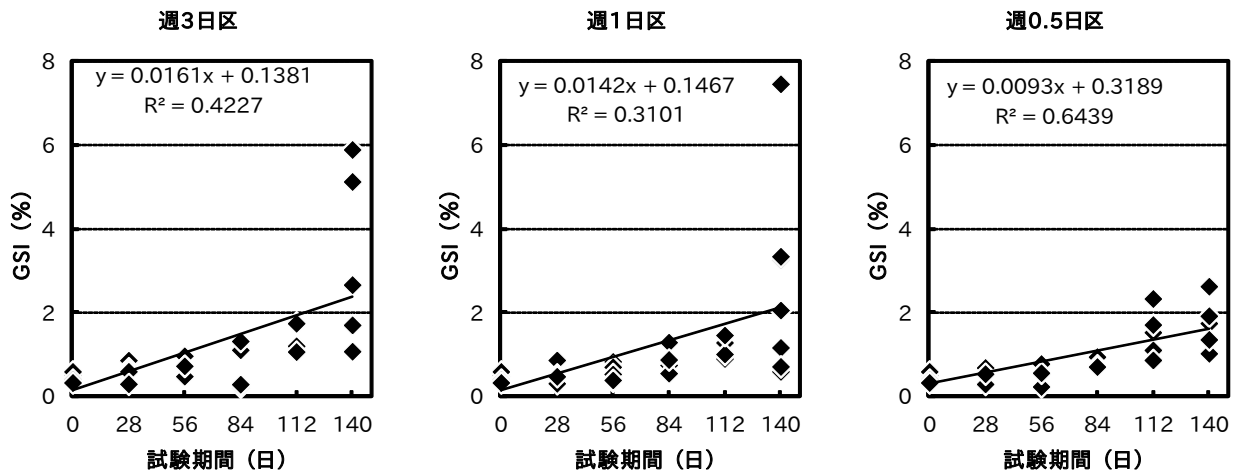


図 20 GSI の推移 (雌)

本試験では 28 日おきにマダイの魚体重と体色及び GSI を測定した。その結果、最低水温に達するまでは生殖腺の発達が遅く、給餌頻度が及ぼす影響もみられなかったが、水温が上昇するにつれて給餌頻度が高いほど GSI が上昇する傾向にあった。成熟の抑制には給餌頻度が極端に低い週 0.5 日給餌が適していたが、この給餌方法ではマダイの成長は認められず、飼育成績は著しく低下した。これらの結果から、今回の試験条件では水温に応じて給餌頻度を調節する必要があり、水温下降期には週 1 日の給餌を行って飼育成績を一定のレベルで維持し、水温が上昇に転じてからは週 0.5 日給餌で成熟を抑制することが望ましいと判断された。今回はマダイの成熟がピークを過ぎる 4 月中旬までの飼育試験を行ったが、今後は成熟期以降の飼育試験も実施し、低頻度給餌後にマダイの成長を回復できるかを確認する必要がある。