

養殖技術向上化試験

増養殖環境課 黒原 健朗

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等のため、厳しい経営状況が続いている。

そこで、本試験では本県の主要な養殖魚種であるマダイ及びカンパチを対象に、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支援する。

2 効率的な給餌頻度の検討

ブリ類及びマダイ養殖では、コストの6割以上を飼料費が占めていると言われている。燃料費や種苗費は圧縮が困難であるが、給餌量は魚の成長段階や季節に応じて効率化を図ることが可能で、それによりコスト削減が期待できる。平成23年度以降、エクストルーデッドペレット（以下「EP」という）を用いた飼育試験を実施しているが、本年度はEPよりも安価で養殖現場でも主流である魚粉配合割合40%のドライペレット（以下「DP」という）を用いて、マダイを対象に試験を実施した。試験は一般的に飼料効率が高い水温上昇期と、低い低水温期の2回実施した。

（1）マダイ1歳魚水温上昇期試験

1）材料及び方法

供試魚には平均体重が596～597gの人工産マダイを用い、それを大きさが3.3×3.3×3.3mの水産試験場占有海面小割生簀（以下「小割生簀」という）に126尾ずつ収容して3区を設け、平成26年6月5日～同年7月17日までの42日間の飼育試験を実施した。1週間の給餌日数は4日（週4日区）を最高として、3日（週3日区）及び2日（週2日区）の3段階とした。設定上の給餌日数はそれぞれ24、18及び12日となった。各区の給餌日には市販DP6号を午前中に1回、飽食に達するまで手撒き投与した。試験期間中はWater temp pro（Onset社製、以下「水温データロガー」という）を試験生簀周辺の海面下1m地点に設置して午前9時の水温を記録した。試験期間中は14日おきに網替えと供試魚の総重量測定を行った。試験終了時には、総重量から増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。日間給餌率は給餌した日数から、飼料効率及び増肉係数は水分含量を除いた乾物換算の給餌量から算出した。

2）結果及び考察

試験期間中の平均体重及び飼育水温の推移を図1に示した。試験期間中の飼育水温は21.3～28.1℃で推移し、試験日数が経過するにつれて徐々に上昇した。いずれの試験区でも平均体重は直線的に増加したが、給餌頻度の最も少ない週2日区では他区と比較して体重増加が緩やかであった。試験終了時における飼育成績を表1に示した。試験期間中の給餌日数は週4日区で23日、週3日区で17日、週2日区で11日となり、いずれの試験区でも給餌日が設定よりも1日少なかったが、これは飼育期間14日目に赤潮（*Karenia mikimotoi*）による被害が発生し、全区無給餌としたためである。生残率は本赤潮の被害により85.7～100%の範囲となった。増重率は週3日区で22.4%と最も高く、週2日区で14.2%と最も低かった。乾物総給餌量は週4日区で39,276gと最も多く、週2日区で24,388gと少なかった。日間給餌率は給餌日数が少ないほど高く、週2日区で2.77%となった。飼料効率は増重率と同様に週3日区で47.3%と最も高く、次いで乾物総給餌量が最も少ない週2日区が高かった。増肉係数は週3日区で2.11と最も優れていた。

飼育成績から最適な給餌頻度を決定するため、最も給餌頻度の多い週4日区の飼料効率、増重率及び総給餌量を100としたときの他区の相対値を図2に示した。本試験はマダイの給餌が活発な水温上昇時期に実施したが、週3日区では週4日区を上回る飼料効率と増重率がみられた。週2日区でも週4日区を上回る飼料効率がみられたが、増重率は週4日区の69.0%にまで低下した。以上の結果から、水温上昇期におけるマダイ1歳魚の給餌頻度はコスト削減の観

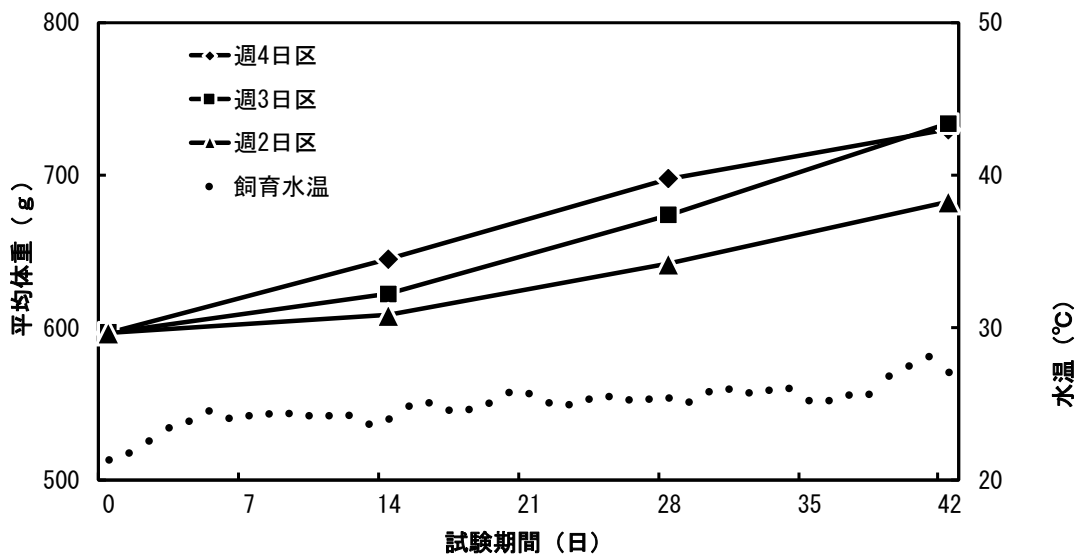


図1 平均体重及び飼育水温の推移（水温上昇期適正給餌頻度試験）

表1 飼育成績（水温上昇期適正給餌頻度試験）

試験区	週4日区	週3日区	週2日区
飼育期間	2014. 6. 5~7. 17		
飼育水温 (°C)	21.3~28.1		
飼育日数 (日)	42	42	42
給餌日数 (日)	23	17	11
尾数	開始時	126	126
	終了時	108	121
生残率 (%)	85.7	96.0	98.4
平均体重 (g)	開始時	596	597
	終了時	730	734
増重率 (%)	20.6	22.4	14.2
乾物総給餌量 (g)	39,276	35,674	24,388
日間給餌率 (%/日)	2.20	2.55	2.77
飼料効率 (%)	39.4	47.3	43.9
増肉係数	2.54	2.11	2.28

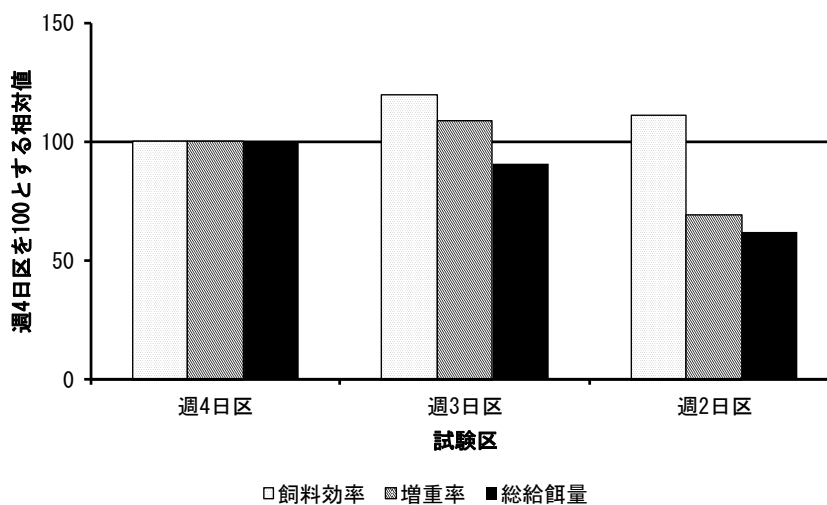


図2 飼育成績と総給餌量の比較（水温上昇期適正給餌頻度試験）

点から週3日が適当と判断され、週3日給餌では週4日給餌と比較して給餌量の9.2%を圧縮できることが明らかになった。

(2) マダイ1歳魚低水温期試験

1) 材料及び方法

供試魚には平均体重が1,186~1,191gの人工産マダイを用い、それを小割生簀に收容して平成26年12月9日から平成27年2月3日までの56日間の飼育試験を行った。1週間の給餌日数は3日(週3日区)及び2日(週2日区)の2段階としたが、供試尾数は作業上のミスによって週3日区で80尾、週2日区で84尾と両区で異なった。設定上の給餌日数は24及び16日となった。各区の給餌日には市販DP7号を午前中に1回、飽食に達するまで手撒き投与した。試験期間中は前述のように水温データロガーを用いて海面下1m地点の水温を記録した。また、14日おきに網替えを行い、28日後と終了時にはそれと合わせて供試魚の総重量測定を行った。試験終了時には前述の方法で増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。本試験では出荷サイズのマダイを用いたことから、試験終了時に両区から9尾ずつ取り上げ、肥満度を比較した。なお、肥満度の算出には体重(g)/尾叉長(cm)³×1000の計算式を用いた。

2) 結果及び考察

試験期間中の平均体重及び飼育水温の推移を図3に示した。試験期間中の飼育水温は12.1~17.8℃で推移し、試験日数が経過するにつれて徐々に低下した。どちらの試験区でも、緩やかではあったが平均体重は直線的に増加した。試験終了時における飼育成績を表2に示した。試験期間中に赤潮等の発生はなく、給餌日数は週3日区で24日、週2日区で16日と設定どおりとなり、生残率はそれぞれ98.8及び100%であった。増重率は週3日区で10.6%、週2日区で9.83%であった。乾物総給餌量は週3日区で27,719gと多く、週2日区では22,176gとなった。日間給餌率は水温上昇期試験と同様に給餌日数が少ないほど高く、週2日区で1.32%となった。飼料効率は週3日区では36.4%であったが、週2日区では44.4%に上昇した。また、増肉係数も週2日区で2.25と優れていた。肥満度の結果を図4に示した。週3日区では23.6、週2日区で24.1となり、どちらの試験区でも同等の値を示した。養殖マダイの出荷時の肥満度としてはやや高めの数値となったが、これは取り上げ前日まで給餌を行ったため、内臓に餌が滞留した状態で体重測定を行ったためと考えられる。

水温上昇期試験と同様に、給餌日数の多い週3日区の飼料効率、増重率及び総給餌量を100としたときの週2日区の相対値を図5に示した。週2日区の増重率は週3日区よりわずかに低

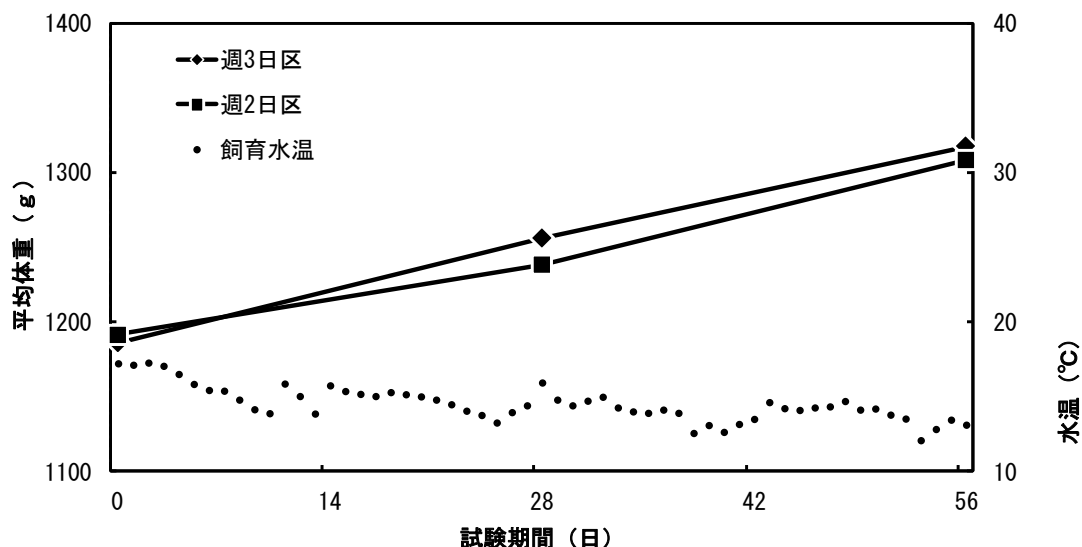


図3 平均体重及び飼育水温の推移 (低水温期適正給餌頻度試験)

下したものの、飼料効率は週3日区の122%まで上昇した。週2日給餌では週3日給餌と比較して給餌量の20%を圧縮できたことから、大幅なコスト削減の可能性が示唆された。

表2 飼育成績（低水温期適正給餌頻度試験）

試験区	週3日区	週2日区
飼育期間	2014. 12. 9~2015. 2. 3	
飼育水温 (°C)	12.1~17.8	
飼育日数 (日)	56	56
給餌日数 (日)	24	16
尾数	開始時	80
	終了時	79
生残率 (%)	98.8	100
平均体重 (g)	開始時	1,186
	終了時	1,318
増重率 (%)	10.6	9.83
乾物総給餌量 (g)	27,719	22,176
日間給餌率 (%/日)	1.16	1.32
飼料効率 (%)	36.4	44.4
増肉係数	2.75	2.25

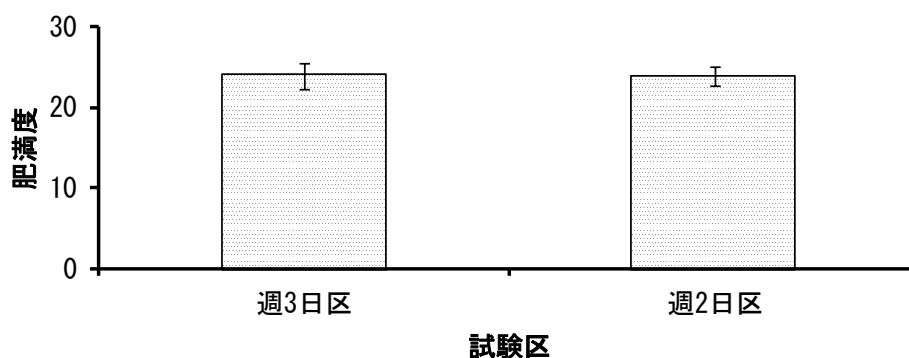


図4 試験終了時の肥満度 (n = 9)

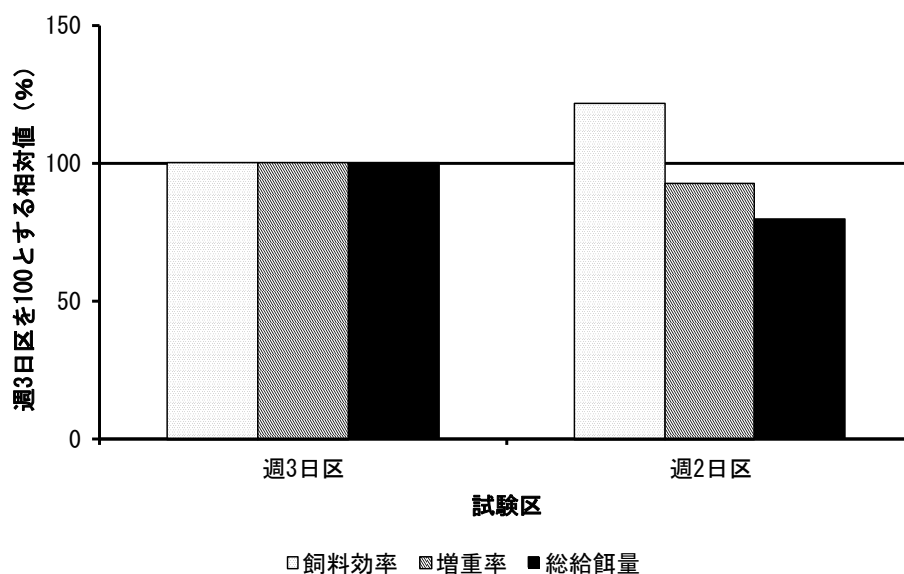


図5 飼育成績と総給餌量の比較（低水温期適正給餌頻度試験）

3 効率的な給餌方法の検討

魚類は哺乳類よりも絶食に対する耐性が強く、赤潮や魚病被害軽減の手段として餌止めが日常的に行われているが、成長に影響を及ぼさない適正な餌止め期間については知見が乏しい。その一方で、ダイエットとリバウンドの関係から、絶食を経た後に給餌を行うと継続的に給餌した魚よりも体重が増加することが考えられる。この特性を養殖に活かすことによって、給餌量の削減と成長の促進が期待されるとともに、適正な餌止め期間をある程度決定することが可能となる。低水温期は魚の成長が遅い上に、絶食に伴う体重の減少が緩やかであることから、本手法を用いた給餌量削減の効果がより期待できる。そこで、無給餌後の成長回復（以下、「補償成長」という）を調べるため、昨年度はカンパチ0歳魚とマダイ0歳魚を対象として水温下降期から低水温期にかけての試験を実施した。その結果、マダイ0歳魚では低水温期に連続28日間絶食させても、その後42日間の週3日給餌で体重が回復することが明らかになり、17%の給餌量削減にもつながった。そこで、本年度は給餌量の削減が0歳魚以上に期待できる1歳魚を対象とした試験を実施した。

(1) マダイ1歳魚低水温期補償成長試験

1) 材料及び方法

供試魚には平均体重が 1,522~1,524g の人工産マダイを用い、それを小割生簀に 60 尾ずつ収容して平成 26 年 12 月 9 日から平成 27 年 3 月 3 日までの 84 日間の飼育試験を実施した。試験は終了時まで週 3 回の頻度で給餌を行う通常給餌区を対照として、連続 28 日間絶食させる区（28 日間無給餌区）を設けた。28 日間無給餌区では無給餌期間終了後は通常給餌区と同様に給餌した。給餌日には市販 DP7 号を午前中に 1 回、飽食に達するまで手撒き投与した。試験期間中は、前述のように水温データロガーを用いて海面下 1 m 地点の水温を記録した。また、14 日おきに網替えを行い、28、56 及び 84 日後にはそれと合わせて供試魚の総重量測定を行った。試験期間中は 28 日おきに前述の方法で増重率、日間給餌率及び飼料効率を算出し、終了時には増肉係数も比較した。さらに、試験終了時には両区から 5 尾ずつ取り上げ、前述のように肥満度を算出した。

2) 結果及び考察

試験期間中の平均体重及び飼育水温の推移を図 6 に示した。試験期間中の飼育水温は 12.0~17.3℃で推移した。通常給餌区では緩やかながらも終了時まで平均体重の増加がみられた。28 日間無給餌区では、絶食中に平均体重が低下したが、給餌開始後は増加に転じ、終了時には通常給餌区と同等の値となった。試験期間中の増重率、日間給餌率及び飼料効率の推移を図 7 に示した。28 日間無給餌区では絶食によって開始時からの増重率が -7.3% となったが、29

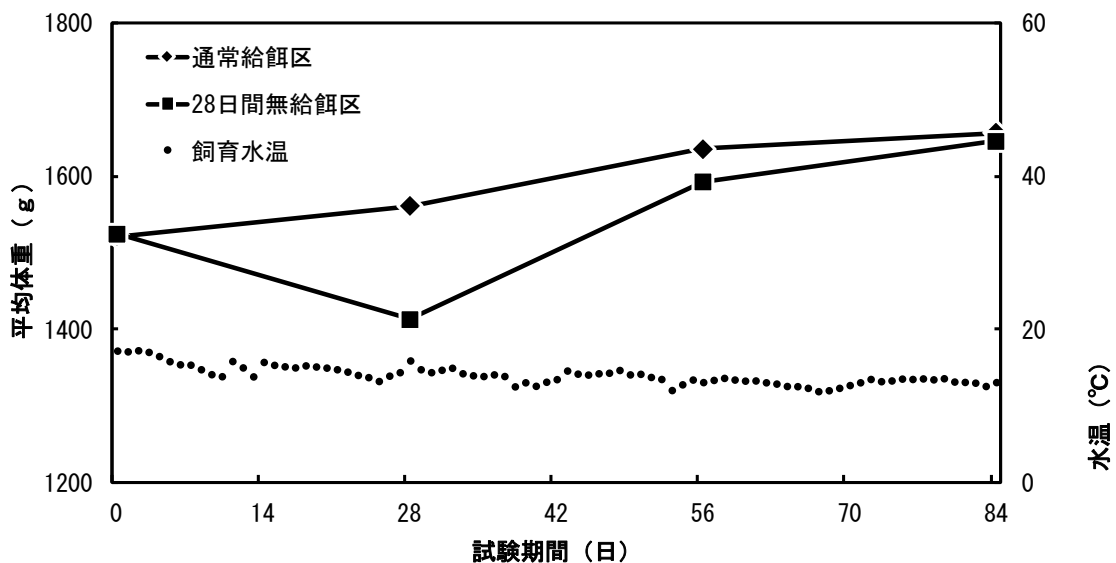


図 6 平均体重及び飼育水温の推移（低水温期補償成長試験）

—56日では12.7%と通常給餌区の2.7倍となった。また、57—84日においても通常給餌区よりも高い値を示した。日間給餌率は両区とも試験日数の経過に伴って低下したが、28日間無給餌区では給餌開始後は通常給餌区よりも高い値で推移した。飼料効率は、28日間無給餌区では29—56日には89.1%、57—84日には30.5%となり、いずれも通常給餌区の概ね2倍の値となった。試験終了時の飼育成績を表3に示した。期間中に死魚は見られず、生残率は両区とも100%であった。増重率は通常給餌区で8.87%、28日間無給餌区で7.95%となったものの、試験終了時の平均体重は両区で同等であった。乾物総給餌量は通常給餌区で31,999g、28日間無給餌区で22,514gとなった。日間給餌率は通常給餌区で0.93%と高く、試験期間の1/3を無給餌とした28日間無給餌区では0.99%となった。飼料効率は28日間無給餌区で32.3%と高く、増肉係数も28日間無給餌区で3.10と優れていた。終了時の肥満度を図8に示した。通常給餌区では23.4、28日間無給餌区では24.4となり、両区とも同等の値を示した。本試験でも肥満度がやや高めであったが、低水温期適正給餌試験と同様に、取り上げ前日に給餌したことによると考えられる。

以上の結果から、本試験時の水温(12.0~17.3℃)では、マダイ1歳魚を28日間継続的に絶食させても、その後に週3回給餌を56日間以上行えば、無給餌により一旦減少した体重が通常給餌の魚と同等にまで回復すると判断された。また、28日間の絶食により、週3回給餌を84日間継続する飼育と比較して29.6%の給餌量を削減できることが明らかになった。

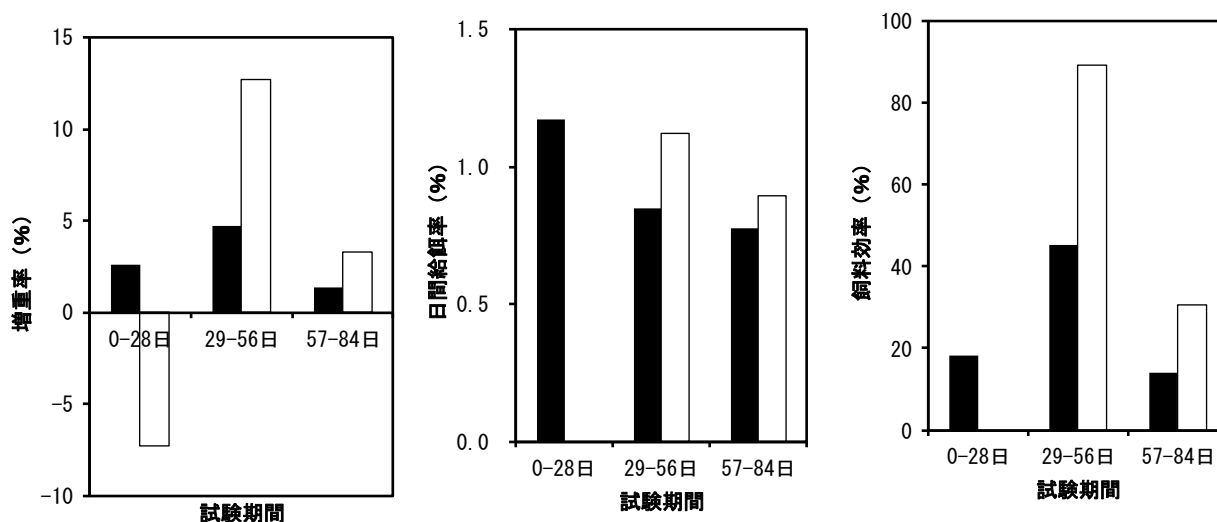


図7 飼育成績の推移 (■：通常給餌区、□：28日間無給餌区)

表3 飼育成績 (低水温期補償成長試験)

試験区	通常給餌区	28日間無給餌区
飼育期間	2014.12.9~2015.3.3	
飼育水温 (°C)	12.0~17.3	
飼育日数 (日)	84	84
給餌日数 (日)	36	24
尾数	開始時 60	60
	終了時 60	60
生残率 (%)	100.0	100.0
平均体重 (g)	開始時 1,522	1,524
	終了時 1,657	1,645
増重率 (%)	8.87	7.95
乾物総給餌量 (g)	31,999	22,514
日間給餌率 (%/日)	0.93	0.99
飼料効率 (%)	25.3	32.3
増肉係数	3.95	3.10

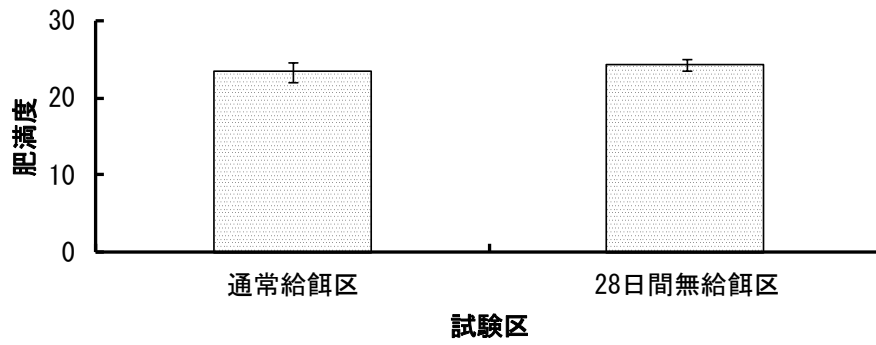


図8 試験終了時の肥満度 (n=5)

4 参考文献

- 1) 渡辺 貢・黒原健朗. 養殖技術向上化試験. 平成 23 年度高知水試事報 2013 ; 109 : 108-128.
- 2) 黒原健朗・渡辺 貢. 養殖技術向上化試験. 平成 24 年度高知水試事報 2014 ; 110 : 122-148.
- 3) 黒原健朗. 養殖技術向上化試験. 平成 25 年度高知水試事報 2015 ; 111 : 144-161.