

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、本試験では本県の主要な養殖対象魚種であるマダイ及びカンパチを対象として、養殖業者からの要望と関心が大きいコスト削減、品質向上などの技術開発を行い、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の側面から支援する。

2 効率的な給餌頻度の検討

ブリ類及びマダイ養殖にかかる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。燃料費や種苗費などは節約が困難であるが、給餌量は魚の成長段階や季節に合わせて効率化することで減らすことができ、コスト削減効果が期待できる。平成23及び24年度は飼料効率の低下がみられる高水温期及び低水温期について、コスト削減と飼育成績の維持の両面から効率的な給餌頻度を検討したが、本年度は一般的に成長が進むとされる水温下降期及び水温上昇期における適正な給餌頻度をマダイについて調べた。

(1) マダイ0歳魚水温下降期試験

1) 材料及び方法

供試魚には平均体重が150gの人工産マダイを用い、それを大きさが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」という)に240尾ずつ収容して3区を設け、平成25年9月24日から同年11月19日までの56日間の飼育試験を実施した。1週間の給餌日数は5日(週5日区)を最高として、4日(週4日区)及び3日(週3日区)の3段階とした。各区の給餌日数はそれぞれ40日、32日及び24日となった。各区の給餌日には市販のマダイ用エクストルーデッドペレット(以下「EP」という)を午前中に1回、飽食に達するまで給餌した。飼料のサイズは魚体の成長段階に応じて直径5mmから6mmへと大きくした。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。14日おきに網替えと供試魚の総重量を測定した。試験終了時の測定結果から増重率、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の推移を図1に示した。試験期間中の水温は18.2~26.9℃で推移し、試験日数が経過するにつれて徐々に低下した。いずれの試験区でも平均体重は直線的に増加し、給餌日数が多いほど成長が早かった。試験終了時における飼育成績を表1に示した。期間中に死亡はみられず、いずれの区でも生残率は100%であった。増重率は週5日区で84.1%と最も高く、給餌日数が減るにしたがってそれが低下し、週3日区では73.3%となった。乾物総給餌量は週5日区で38,694gと最も多く、週3日区で31,104gと少なかった。日間給餌率は週5日区で1.89%となり、給餌日数が減るにしたがって上昇し、週3日区では2.63%とな

った。飼料効率は週 5 日区と週 4 日区で同等の値を示し、それぞれ 78.2 及び 78.0%であったが、週 3 日区では 84.9%にまで上昇した。増肉係数は週 5 日区と週 4 日区では 1.28 となったが、週 3 日区では 1.18 まで向上した。

飼育成績から適正な給餌頻度を決定するため、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 としたときの他区の相対値を図 2 に示し、総給餌量のみ週 5 日区に対する割合を数値で併記した。週 3 日区では週 5 日区の 80.4%まで給餌量を削減でき、飼料効率も週 5 日区よりも向上したが増重率は低下した。一方、週 4 日区では給餌量の削減率が 6.4%と低かったが、平均体重、増重率及び飼料効率は週 5 日区と同等であった。

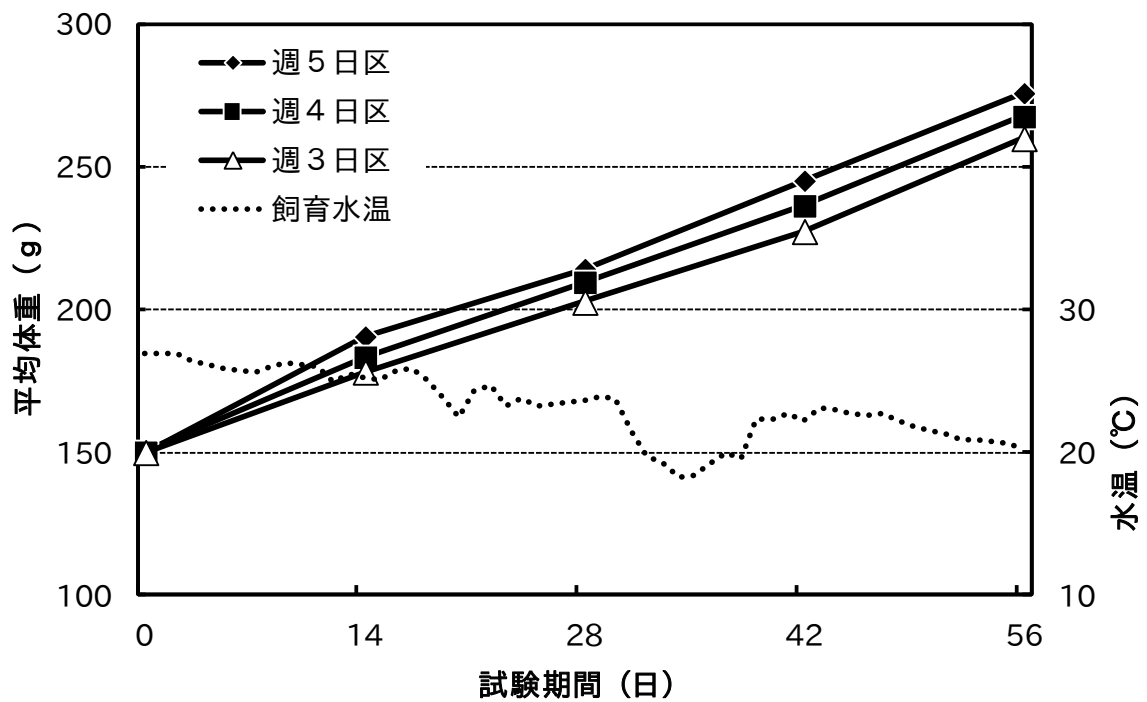


図1 平均体重の推移 (マダイ 0 歳魚水温下降期試験)

表1 飼育成績 (マダイ 0 歳魚水温下降期試験)

| 試験区 | | 週5日区 | 週4日区 | 週3日区 |
|-------------|-----|-----------------|-----------|--------|
| 尾数 | 開始時 | 240 | 240 | 240 |
| | 終了時 | 240 | 240 | 240 |
| 生残率 (%) | | 100 | 100 | 100 |
| 平均体重 (g) | 開始時 | 150 | 150 | 150 |
| | 終了時 | 276 | 268 | 260 |
| 増重率 (%) | | 84.1 | 78.4 | 73.3 |
| 飼育期間 | | 2013.9.24~11.19 | | |
| 飼育日数 (日) | | | 56 | |
| 給餌日数 (日) | | 40 | 32 | 24 |
| 飼育水温 (°C) | | | 18.2~26.9 | |
| 乾物総給餌量 (g) | | 38,694 | 36,227 | 31,104 |
| 日間給餌率 (%/日) | | 1.89 | 2.26 | 2.63 |
| 飼料効率 (%) | | 78.2 | 78.0 | 84.9 |
| 増肉係数 | | 1.28 | 1.28 | 1.18 |

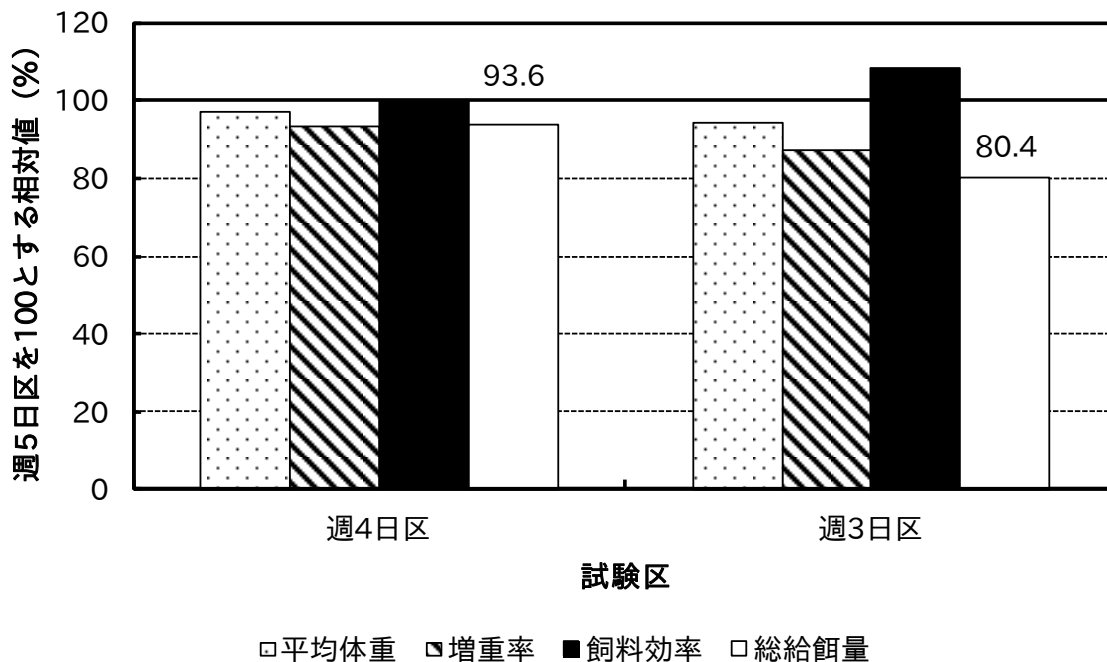


図2 飼育成績と総給餌量の比較（マダイ0歳魚水温下降期試験）

以上の結果から、週4日給餌でも週5日給餌と同等の増重率と飼料効率が見られたのに対し、週3日給餌では良好な増重率が維持できないと判断された。よって、顕著なコストの削減にはつながらないものの給餌頻度を4回に減らすことで作業の効率化を図ることが可能と判断された。

（2）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768gの人工産マダイを用い、それを小割生簀に110尾ずつ収容して3区を設け、平成25年5月28日から同年7月9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5日（週5日区）を最高として4日（週4日区）、3日（週3日区）の3段階とした。各区の給餌日数はそれぞれ30日、24日及び18日となった。各区の給餌日には直径が8mmの市販のマダイ用EPを午前中に1回、飽食に達するまで給餌した。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。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。試験終了時には前述のように増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。

2）結果及び考察

試験期間中の平均体重の推移を図3に示した。試験期間中の水温は22.1～28.1℃で推移し、試験の経過に伴って緩やかに上昇した。試験期間中、平均体重は直線的に増加したが、28日後以降は週3日区でやや鈍化した。試験終了時における飼育成績を表2に示した。期間中週5日区で1尾の死亡が認められ、生残率は99.1%となったが、その他の区ではいずれも生残率は100%であった。増重率は週5日区と週4日区でそれぞれ34.7及び34.9%と同等の値を示したが、週3日区では30.3%と他の区よりもやや低かった。乾物総給餌量は週5日区で51,517gと最も多く、週3日区で41,930gと少なかった。日間給餌率は週5日区では1.73%であったが、給餌日数が減少するにつれて上昇し、週3日区では2.39%となった。飼料効率にも日間給餌率と同様の傾向が見られ、週5日区で57.0%と低く、週3日区で61.0%

と高かった。増肉係数は週5日区で1.75と高く、週3日区では1.64まで改善した。

0歳魚の水溫下降期試験と同様に、最も給餌回数の多い週5日区の平均体重、増重率、飼料効率及び総給餌量を100としたときの他区の相対値を図4に示した。飼料効率は週4日区・週3日区とも週5日区よりやや向上した。週3日区では総給餌量が81.4%にまで削減されたが、増重率が週5日区の87.3%に留まった。一方、週4日区では3.7%しか給餌量の削減にはつながらなかったが、増重率は週5日区と同等であった。

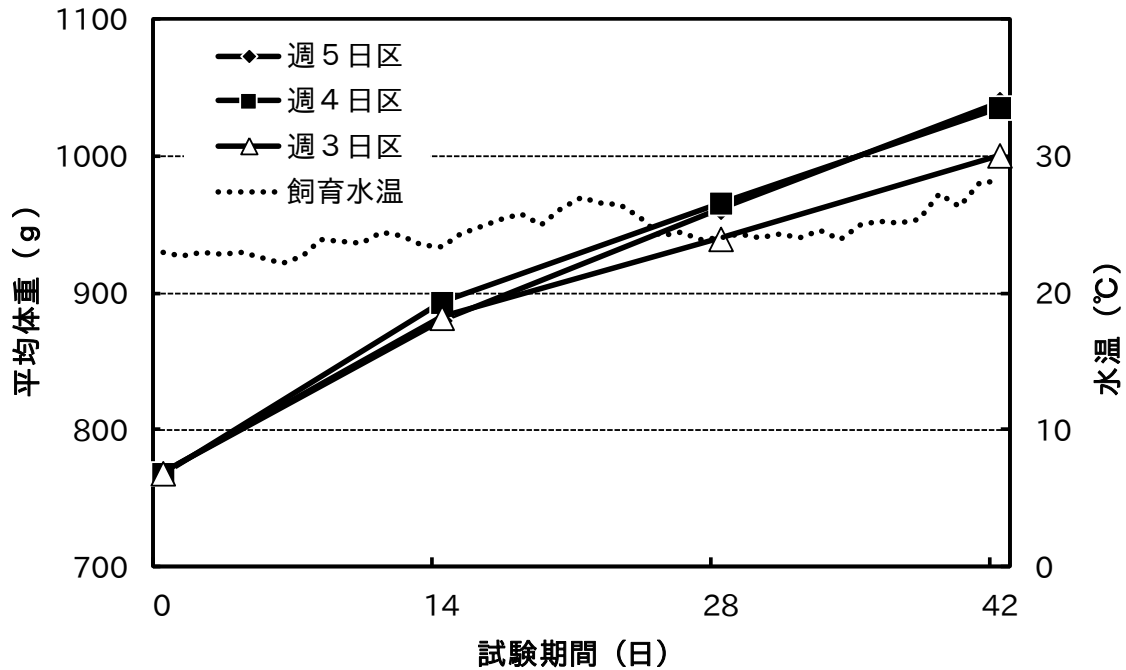


図3 平均体重の推移 (マダイ1歳魚水溫上昇期試験)

表2 飼育成績 (マダイ1歳魚水溫上昇期試験)

| 試験区 | | 週5日区 | 週4日区 | 週3日区 |
|-------------|-----|---------------|--------|--------|
| 尾数 | 開始時 | 110 | 110 | 110 |
| | 終了時 | 109 | 110 | 110 |
| 生残率 (%) | | 99.1 | 100 | 100 |
| 平均体重 (g) | 開始時 | 768 | 768 | 768 |
| | 終了時 | 1,040 | 1,036 | 1,001 |
| 増重率 (%) | | 34.7 | 34.9 | 30.3 |
| 飼育期間 | | 2013.5.28~7.9 | | |
| 飼育日数 (日) | | 42 | | |
| 給餌日数 (日) | | 30 | 24 | 18 |
| 飼育水溫 (°C) | | 22.1~28.1 | | |
| 乾物総給餌量 (g) | | 51,517 | 49,584 | 41,930 |
| 日間給餌率 (%/日) | | 1.73 | 2.08 | 2.39 |
| 飼料効率 (%) | | 57.0 | 59.4 | 61.0 |
| 増肉係数 | | 1.75 | 1.68 | 1.64 |

以上の結果から、週 4 日給餌でも週 5 日給餌と同等の増重率がみられたが、総給餌量が最も少なかった週 3 日給餌では、それ以上の給餌頻度と比較して成長がやや劣ると判断された。したがって、週 4 日の頻度で給餌することで増重率と飼料効率が週 5 日給餌と同等に維持され、大幅なコストの削減にはつながらないものの作業の効率化による合理的な飼育管理が図れると判断された。

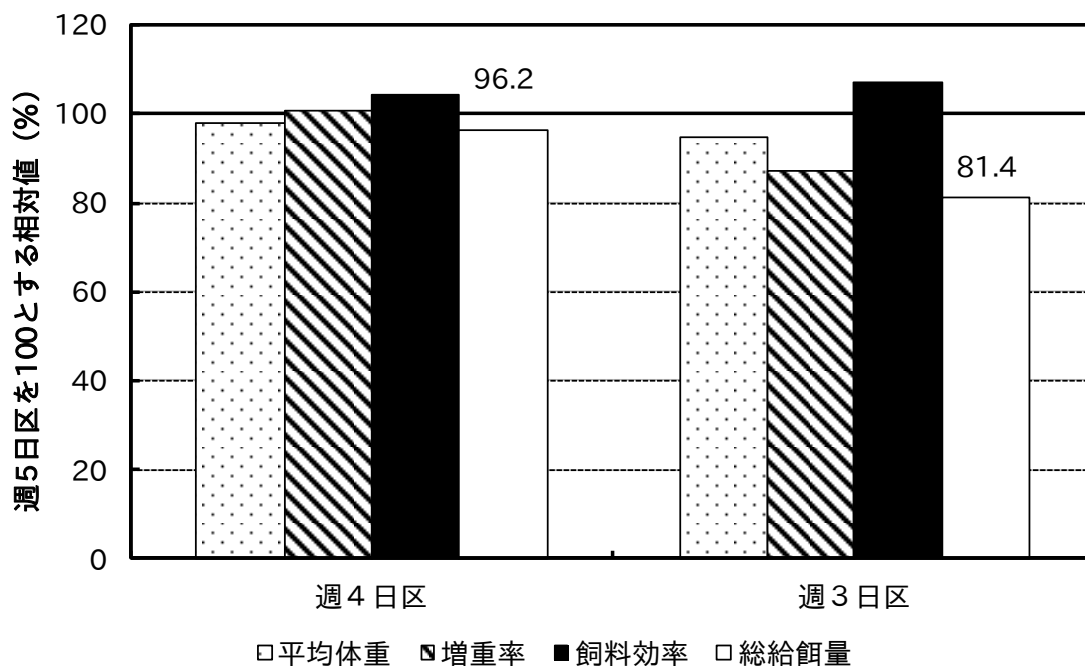


図 4 飼育成績と総給餌量の比較（マダイ 1 歳魚水温上昇期試験）

（3）マダイ 1 歳魚水温下降期試験

1) 材料及び方法

供試魚には平均体重が 1,364~1,365g の人工産マダイを用い、平成 25 年 10 月 3 日から同年 11 月 14 日までの 42 日間の飼育試験を実施した。1 週間の給餌回数は 5 日（週 5 日区）を最高として、4 日（週 4 日区）3 日（週 3 日区）の 3 段階とし、それぞれに 80 尾ずつ収容した。各区の給餌日数はそれぞれ 30、24 及び 18 日となった。各区の給餌日には直径が 10mm の市販のマダイ用 EP を午前中に 1 回、飽食に達するまで給餌した。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。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。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。

2) 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。試験期間中の水温は 18.2~26.3℃で推移し、試験日数が経過するにつれて徐々に低下した。期間中、週 5 日区及び週 4 日区では平均体重は直線的に増加したが、週 3 日区では 28 日後以降に成長が鈍化した。試験終了時における飼育成績を表 3 に示した。試験期間中、いずれの区でも死亡がみられ、生残率は週 5 日区で 95.0%、週 4 日区で 97.5%、週 3 日区で 96.3%となった。増重率は週 5 日区と週 4 日区でそれぞれ 17.2 及び 17.0%と同等であったが、週 3 日区では 14.7%まで低下した。乾物総給餌量は週 5 日区で 41,442g と最も多く、週 3 日区で 31,951g と少なかった。日間給餌率は週

5日区で1.20%と低く、給餌日数が減少するにしたがって上昇し、週3日区では1.54%となった。飼料効率にも日間給餌率と同様の傾向がみられ、週5日区では45.3%であったのに対し、週4日区では49.8%、週3日区では50.2%にまでそれぞれ上昇した。増肉係数は週5日区で2.21と劣っていたが、週4日区では2.01まで、週3日区では1.99まで改善された。

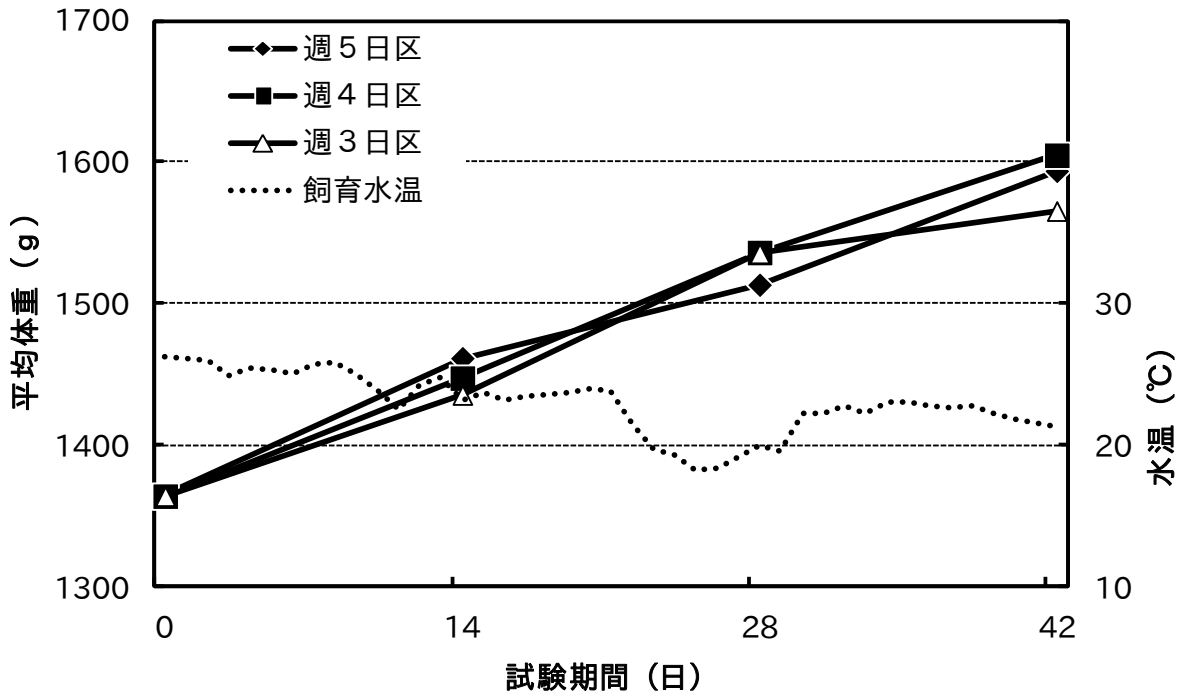


図5 平均体重の推移 (マダイ1歳魚水温下降期試験)

表3 飼育成績 (マダイ1歳魚水温下降期試験)

| 試験区 | | 週5日区 | 週4日区 | 週3日区 |
|-------------|-----|-----------------|--------|--------|
| 尾数 | 開始時 | 80 | 80 | 80 |
| | 終了時 | 76 | 78 | 77 |
| 生残率 (%) | | 95.0 | 97.5 | 96.3 |
| 平均体重 (g) | 開始時 | 1,365 | 1,364 | 1,364 |
| | 終了時 | 1,594 | 1,605 | 1,565 |
| 増重率 (%) | | 17.2 | 17.0 | 14.7 |
| 飼育期間 | | 2013.10.3~11.14 | | |
| 飼育日数 (日) | | 42 | | |
| 給餌日数 (日) | | 30 | 24 | 18 |
| 飼育水温 (°C) | | 18.2~26.3 | | |
| 乾物総給餌量 (g) | | 41,442 | 37,335 | 31,951 |
| 日間給餌率 (%/日) | | 1.20 | 1.33 | 1.54 |
| 飼料効率 (%) | | 45.3 | 49.8 | 50.2 |
| 増肉係数 | | 2.21 | 2.01 | 1.99 |

0歳魚の水温下降期試験と同様に、最も給餌回数の多い週5日区の平均体重、増重率、飼料効率及び総給餌量を100としたときの他の区の相対値を図6に示した。週3日区では総給餌量が77.1%にまで削減されたが、増重率も85.5%まで低下した。一方、週4日区では飼料効率が週5日区の110%にまで向上し、平均体重、増重率ともに週5日区と同等となった。

以上の結果から、成長期に当たるマダイ 1 歳魚の水温下降期においても、給餌頻度を週 5 日から週 4 日に減らすことで増重率を低下させることなく給餌量の 10% を削減することができた。

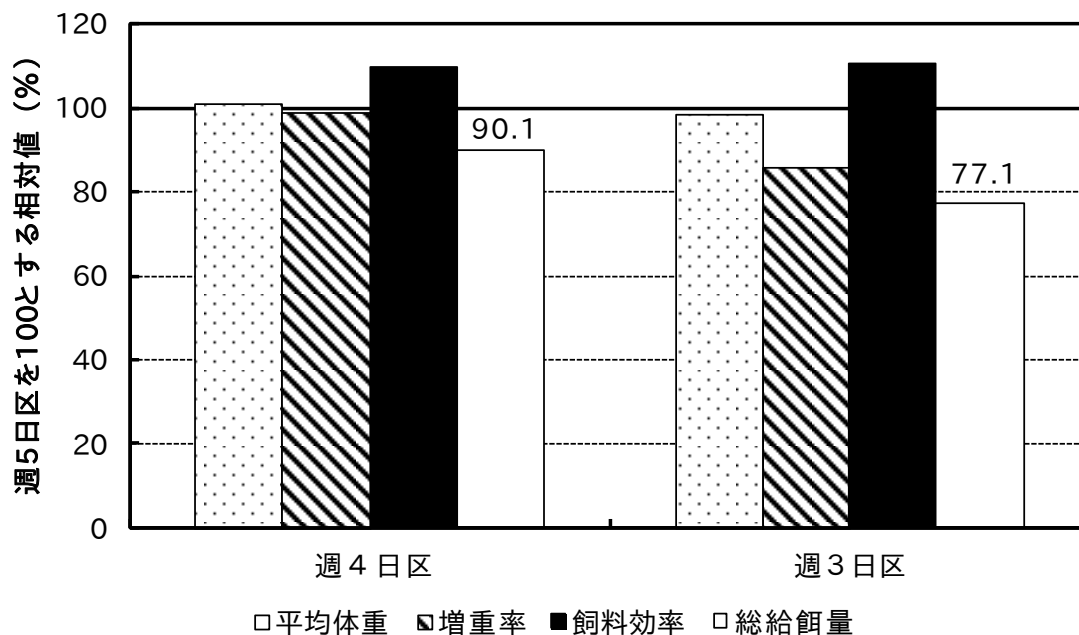


図 6 飼育成績と総給餌量の比較（マダイ 1 歳魚水温下降期試験）

3) 総括

今回の試験では、水温変動期のマダイにおける 1 週間当たりの給餌頻度を 5、4 及び 3 回の 3 段階に設定し、給餌頻度の減少からコスト削減を検討した。その結果、週 3 回給餌によって週 5 回給餌の 20% 近くまで総給餌量を削減でき、大幅なコスト削減が可能であると考えられた。しかし、そのためには週 5 回給餌時の成長の 80% までを許容範囲とする必要があり、増重を考慮すると週 4 回の給餌が適当と判断された。

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、赤潮や魚病対策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。そこで、本試験ではマダイとカンパチの 0 歳魚を対象として、コストの削減を目的として無給餌後の成長回復（以下「補償成長」という）を調べる飼育試験を実施した。

(1) カンパチ 0 歳魚補償成長試験

1) 材料及び方法

供試魚には平成 25 年 5 月に土佐湾沖で採捕された天然カンパチを市販のブリ用 EP で予備飼育したものをを用いた。飼育試験は平成 25 年 9 月 3 日から同年 11 月 12 日までの 84 日間実施し、開始時の平均体重は 352~354g であった。試験は終了日まで週 5 日の頻度で給餌を行う通常給餌区を対照として、無給時間期間を 14 日（14 日間無給餌区）及び 28 日（28 日間

無給餌区) に設定し、それぞれに 156 尾ずつ收容して実施した。無給餌期間終了後は通常給餌区と同様の頻度で給餌を行なった。給餌日数は通常給餌区で 60 日、14 日間無給餌区で 50 日、28 日間無給餌区では 40 日となり、給餌日には市販のブリ用 EP を午前中に 1 回、飽食に達するまで給餌した。飼料のサイズは魚体の成長段階に応じて直径 6mm から 8mm へと大きくした。

試験期間中は前述のように水温データロガーを用いて水面下 1 m 地点の水温を記録した。14 日おきに網替えとハダムシ駆除のための淡水浴を行うとともに、供試魚の総重量を測定した。その結果をもとに前述のように増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。

2) 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。試験期間中の水温は 18.2~27.9°C で推移した。通常給餌区では直線的な平均体重の増加がみられた。14 日間無給餌区、28 日間無給餌区では無休餌期間中に平均体重が低下したが、給餌開始後はいずれも直線的に推移した。試験終了時における飼育成績を表 4 に示した。試験期間中、通常給餌区と 28 日間無給餌区ではそれぞれ 4 尾ずつの死亡があり、両区では生残率は 97.4% となった。終了時の平均体重は通常飼育区では 744g と高く、28 日間無給餌区で 546g と低かった。乾物総給餌量は通常給餌区で 89,314g と最も多く、14 日無給餌区で 73,214g、28 日間無給餌区で 53,970g となった。増重率は通算では通常給餌区で 108% と最も高かったが、給餌期間から算出すると、14 日間無給餌区でも 100% と通常給餌区と同等であった。一方、28 日間無給餌区をみると通算では 52.9% であったが、給餌期間から算出すると 84.6% であった。日間給餌率は通常給餌区で

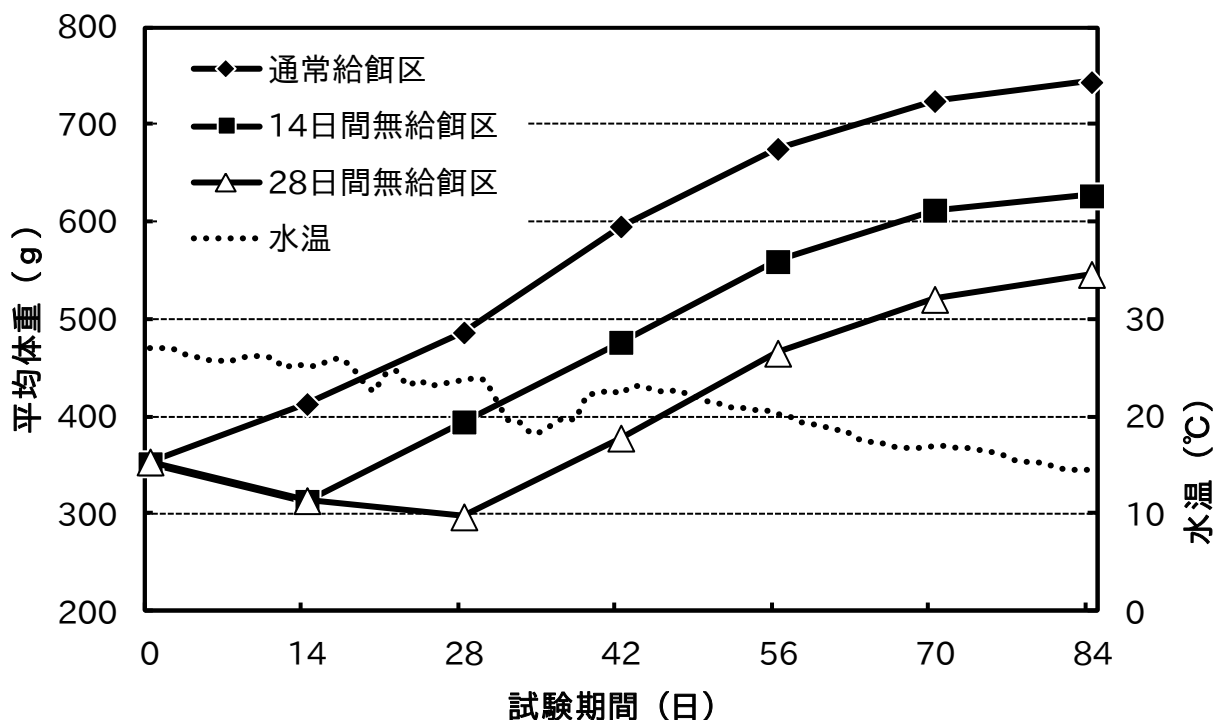


図 7 平均体重の推移 (カンパチ 0 歳魚補償成長試験)

1.76% と低く、無給餌期間が長くなるにつれてやや上昇した。通算の飼料効率は通常給餌区で 66.6% と高かったが、給餌期間でみると日間給餌率と同様の傾向がみられた。増肉係数は通算では通常給餌区で 1.50 と優れていたが、給餌期間ではいずれの区でも同等の値を示した。14 日ごとの増重率と飼料効率の推移を図 8 に示した。14 日間の無給餌により、増重率は開

始時の-11%まで低下し、28日間の無給餌ではさらに-6%低下した。しかし、無給餌期間を終えて給餌を開始した最初の2週間の増重率はいずれも20%以上の高い値を示し、それは無給餌期間が長いほど向上する傾向にあった。全区の給餌を開始した42日後以降も28日間無給餌区でやや高い値を示しながら推移したが、水温の低下に伴っていずれの区でも増重率が

表4 飼育成績（カンパチ0歳魚補償成長試験）

| 試験区 | | 通常給餌区 | 14日間無給餌区 | 28日間無給餌区 |
|-------------|------|----------------|----------|----------|
| 尾数 | 開始時 | 156 | 156 | 156 |
| | 終了時 | 152 | 156 | 152 |
| 生残率 (%) | | 97.4 | 100 | 97.4 |
| 平均体重 (g) | 開始時 | 353 | 352 | 354 |
| | 終了時 | 744 | 627 | 546 |
| 飼育期間 | | 2013.9.3~11.12 | | |
| 飼育日数 (日) | | 84 | | |
| 給餌日数 (日) | | 60 | 50 | 40 |
| 飼育水温 (°C) | | 18.2~27.9 | | |
| 増重率 (%) | 通算 | 108 | 78.2 | 52.9 |
| | 給餌期間 | 108 | 100 | 84.6 |
| 乾物総給餌量 (g) | | 89,314 | 73,214 | 53,970 |
| 日間給餌率 (%/日) | 通算 | 1.76 | 1.92 | 1.95 |
| | 給餌期間 | 1.76 | 2.00 | 2.10 |
| 飼料効率 (%) | 通算 | 66.6 | 58.6 | 54.1 |
| | 給餌期間 | 66.6 | 66.9 | 70.8 |
| 増肉係数 | 通算 | 1.50 | 1.71 | 1.85 |
| | 給餌期間 | 1.50 | 1.50 | 1.41 |

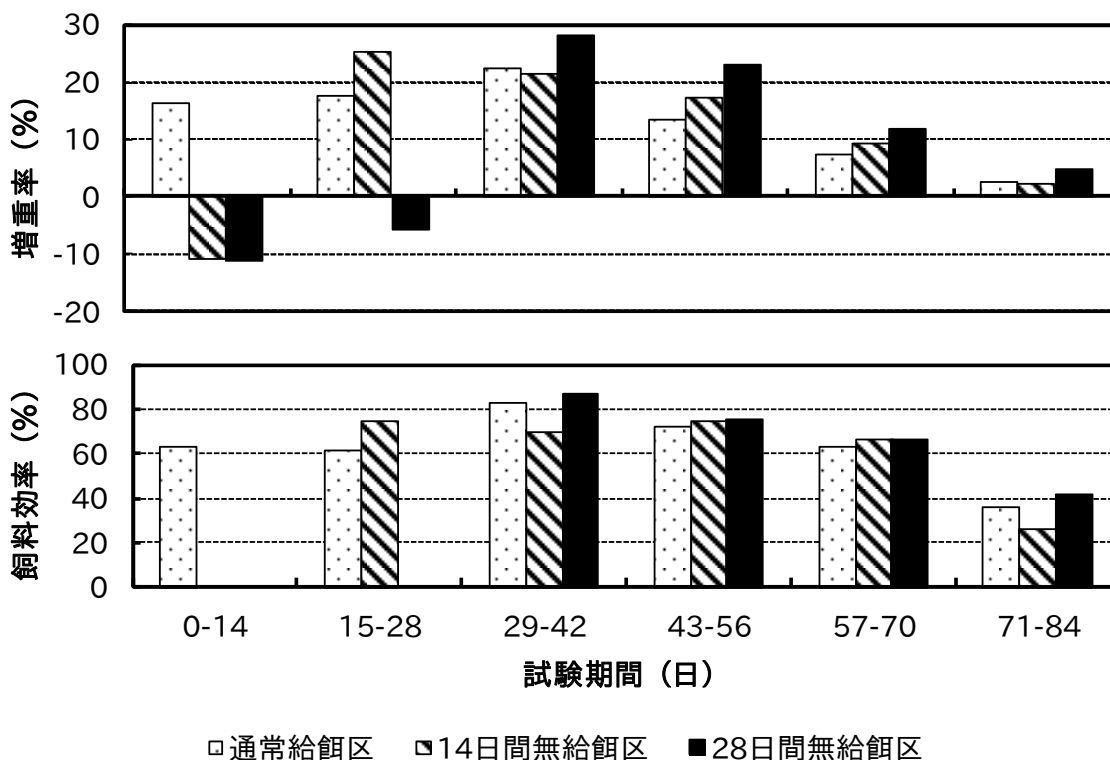


図8 増重率及び飼料効率の推移（カンパチ0歳魚補償成長試験）

低下する傾向にあった。飼料効率にも増重率と同様の傾向がみられ、いずれも無給餌期間終了後の最初の14日間では高い値を示し、それは無給餌期間が長いほど顕著であった。

今回の試験では、週5日の給餌頻度で84日間飼育する通常給餌区と比較して、14日間無給餌区では82.0%、28日間無給餌区では60.5%にまで給餌量が削減された。しかし、無給餌期間後の給餌により増重率と飼料効率は向上したものの、試験期間内に通常飼育区の平均体重に追いつかなかった。これは、この時期がカンパチの成長に最も適した時期に当たったため、絶食期間中にみられた魚体重の差が大きくなり過ぎたことが原因と考えられる。したがって、本手法を用いてコスト削減と成長回復を図るためには、無給餌期間を再検討する必要があると考えられた。

(2) マダイ0歳魚補償成長試験

1) 材料及び方法

供試魚には平均体重が283gの人工産マダイを用い、平成25年12月12日から平成26年3月6日までの70日間の飼育試験を実施した。試験には終了日まで週3回の頻度で飽食状態まで給餌を行う通常給餌区を対照として、無給餌期間を14日(14日間無給餌区)、28日(28日間無給餌区)及び42日(42日間無給餌区)に設定し、それぞれに180尾ずつ收容して実施した。いずれも無給時終了後は通常給餌区と同様に給餌を行った。したがって、給餌日数は通常給餌区では60日、14日間無給餌区では50日、28日間無給餌区では40日となった。給餌日には直径6mmの市販のマダイ用EPを午前中に1回、飽食に達するまで給餌し、試験期間中は前述のように水温データロガーを用いて水面下1m地点の水温を記録した。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。試験終了時には前述のように増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。

2) 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。飼育水温は12.5~15.3°Cで推移した。通常給餌区では緩やかながらも平均体重が継続的に増加した。両無給餌区でも絶食によって平均体

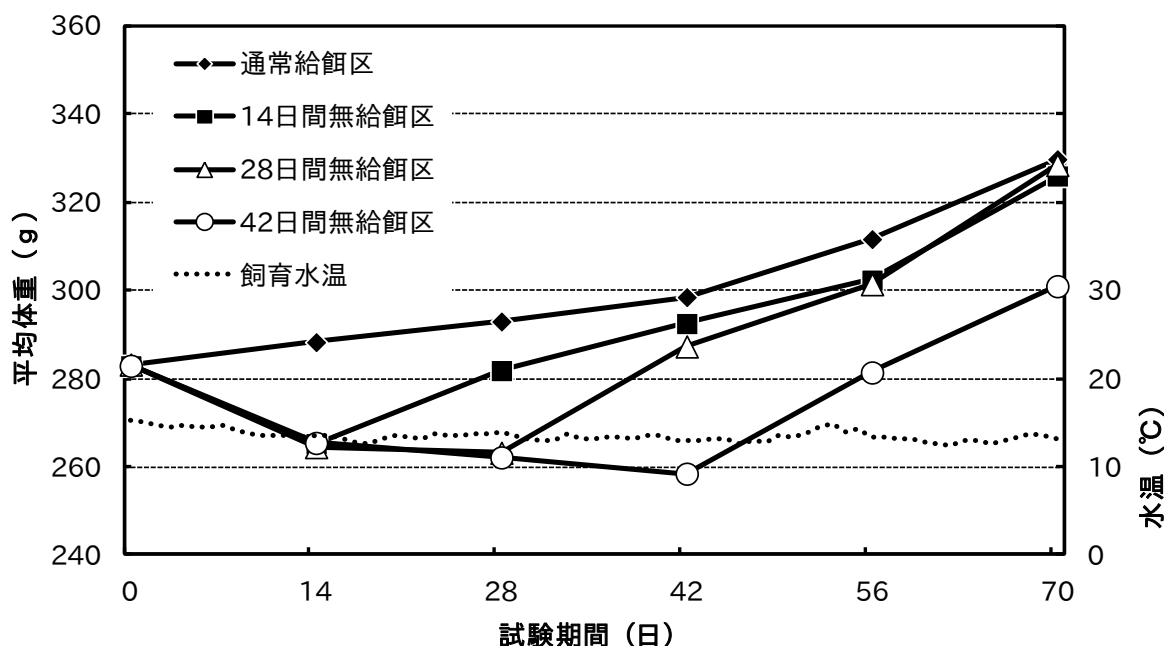


図9 平均体重の推移 (マダイ0歳魚補償成長試験)

重が一時的に低下したが、給餌開始後は直線的な平均体重の増加が認められ、14日間無給餌区及び28日間無給餌区では70日後までに通常給餌区と同等にまで成長した。試験終了時における飼育成績を表5に示した。試験期間中に1～7尾の死亡があり、生残率は91.1～99.4%の範囲となった。終了時の平均体重は通常飼育区で330gと最も高かったが、14日間無給餌区では326g、28日間無給餌区で329gとなり、通常給餌区と同等の値を示した。42日間無給餌区では301gと他区よりやや劣っていた。乾物総給餌量は通常給餌区で13,888gと最も多く、42日間無給餌区で7,800gと少なかった。増重率を通算で見ると、通常給餌区で16.0%と最も高かったが、28日間無給餌区でも15.8%となり、同等の値を示した。これを給餌期間で見ると、28日無給餌区までは無給餌期間が長いほど増重率が上昇したが、42日間無給餌区では16.3%まで低下した。日間給餌率は通算では通常給餌区が0.86%と最も高く、無給餌期間が長くなるにつれて低下したが、給餌期間で見ると無給餌期間が長いほど高く、42日間無給餌区で1.26%となった。

飼料効率と増肉係数には増重率と同様の傾向がみられ、28日までは無給餌期間が長いほど良好な値を示した。14日ごとの増重率と飼料効率の推移を図10に示した。14日間の無給餌によって増重率は開始時の-6.2～6.6%まで減少したが、それ以上無給餌期間を延長しても増重率の低下は-1%以下に留まった。これは14日間の絶食によって供試魚のエネルギー要求量自体が減少したためと推察される。増重率は無給餌終了後の最初の14日間でいずれの区でも高い値を示し、それは無給餌期間が長いほど上昇する傾向がみられた。飼料効率にも増重率と同様の傾向がみられ、いずれの無給餌区でも無給餌期間終了後の最初の14日間では100%を上回ったが、57～70日後をみると42日間無給餌区で低下した。

表5 飼育成績（マダイ0歳魚補償成長試験）

| 試験区 | | 通常給餌区 | 14日間 無給餌区 | 28日間 無給餌区 | 42日間 無給餌区 |
|-------------|------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| 尾数 | 開始時 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | 終了時 | 173 | 164 | 179 | 174 |
| 生残率 (%) | | 96.1 | 91.1 | 99.4 | 96.7 |
| 平均体重 (g) | 開始時 | 283 | 283 | 283 | 283 |
| | 終了時 | 330 | 326 | 329 | 301 |
| 飼育期間 | | 平成25年12月12日～平成26年2月20日 | | | |
| 飼育日数 (日) | | 70 | | | |
| 給餌日数 (日) | | 30 | 24 | 18 | 12 |
| 飼育水温 (°C) | | 12.5～15.3°C | | | |
| 増重率 (%) | 通算 | 16.0 | 13.7 | 15.8 | 5.5 |
| | 給餌期間 | 16.0 | 22.2 | 24.6 | 16.3 |
| 乾物総給餌量 (g) | | 13,888 | 11,691 | 11,462 | 7,800 |
| 日間給餌率 (%/日) | 通算 | 0.86 | 0.74 | 0.70 | 0.50 |
| | 給餌期間 | 0.86 | 0.98 | 1.20 | 1.26 |
| 飼料効率 (%) | 通算 | 58.5 | 59.7 | 70.3 | 36.1 |
| | 給餌期間 | 58.5 | 86.8 | 101.8 | 95.0 |
| 増肉係数 | 通算 | 1.71 | 1.68 | 1.42 | 2.77 |
| | 給餌期間 | 1.71 | 1.15 | 0.98 | 1.05 |

絶食が魚体に及ぼした影響を調べるため、試験終了後も週3回の飽食給餌を行いながら継続飼育し、18日後に無作為に18尾ずつ取り上げた。そして、肥満度及び内臓の体重比を算出し、その結果を表6に示した。肥満度は21.9~22.3の範囲にあり、全区で同等の値を示したが、無給餌期間が長いほどややバラつきがみられた。内臓重量比は8.84~9.27%の範囲で近似しており、いずれも正常値の範囲内で無給餌期間の長さとの関連性はみられなかった。

以上の結果から、冬季の水温が15℃以下に低下するような漁場では、28日間の絶食を行ってもその後週3日の飽食給餌を42日間以上行えば成長が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42日間継続する飼育と比較して17%の給餌量を削減することができた。

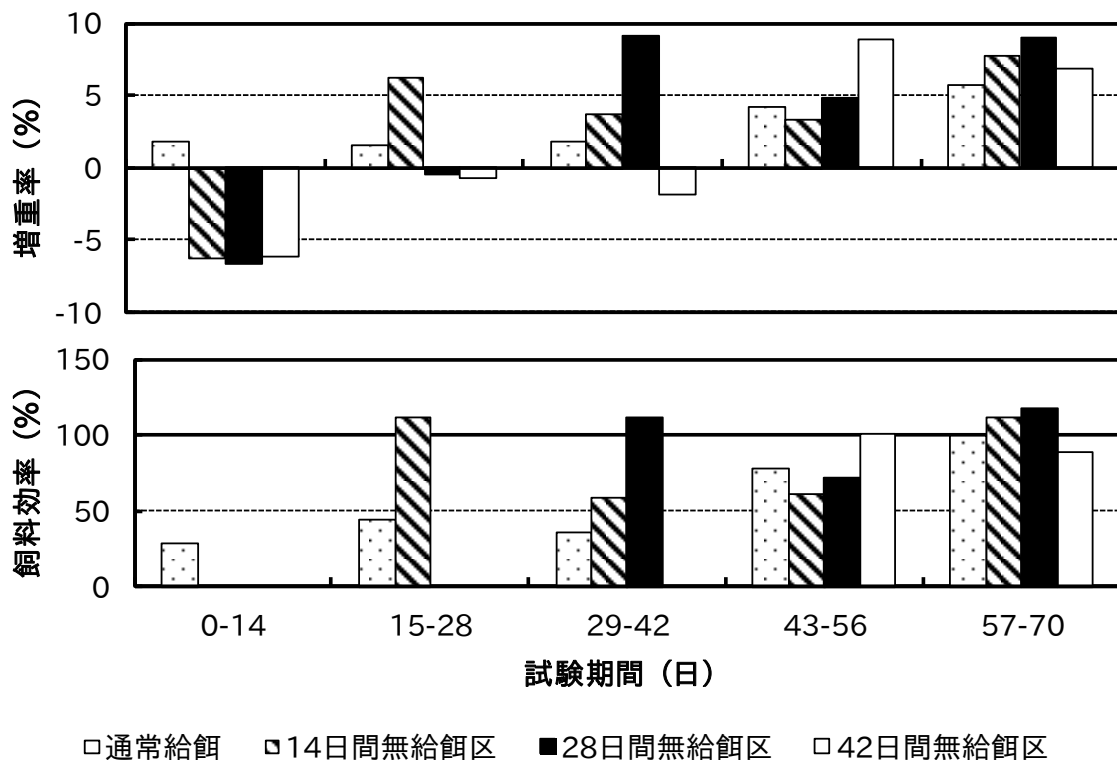


図 10 増重率及び飼料効率の推移 (マダイ 0 歳魚補償成長試験)

表 6 試験終了後の肥満度及び内臓体重比

| 試験区 | 通常給餌区 | 14日間無給餌区 | 28日間無給餌区 | 42日間無給餌区 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 肥満度 | 22.3±1.11 | 21.9±1.27 | 22.0±2.91 | 22.0±3.92 |
| 内臓体重比 (%) | 8.84±0.97 | 9.13±1.23 | 8.47±1.02 | 9.27±1.15 |

4 県産特産物の有効利用

近年、農業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。本事業では、主にカンパチとマダイを対象として、本県の生産量が全

国1位であるショウガと県西南部の柑橘系特産品である直七に注目し、その有効利用について検討してきた。これまでの試験から、飼料にショウガ粉末を添加することによって飼育成績、とくに飼料効率の改善がみられることがわかった。本年度は、ショウガを抗病性の観点から評価することとし、カンパチ養殖で問題となるハダムシ対策としてショウガ粉末の有効性を検証した。

(1) ショウガ粉末を用いたカンパチ0歳魚のハダムシ対策試験

1) 材料及び方法

供試魚には、平成25年5月に土佐湾沖で採捕された天然カンパチを市販のブリ用EPで予備飼育したものをを用いた。開始時の平均体重は334gで、平成25年9月3日から同年11月12日までの70日間の飼育試験を実施した。基本飼料には直径が6mmの市販のブリ用EPを用い、表7に示した組成でショウガ粉末や展着剤、水道水を調合して試験飼料を調製した。それを150尾ずつ小割生簀に収容して2区を設けた。給餌は週5回行い、給餌日には午前中に1回、飽食状態になるまでを給餌した。試験期間中は前述のように水温データロガーを用いて水温を記録した。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。試験終了時には前述のように増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。さらに、開始時を除く計6回の総重量測定時にハダムシ (*Benedenia seriolae* 及び *Neobenedeniagirellae*) の採集と計数を行った。すなわち、各区から無作為に魚を1尾ずつ取り上げ、淡水を満たした30Lパンライト水槽内で体表のハダムシを剥がし、5尾分をプールしてサンプルとした。それを2回ずつ繰り返してそれぞれ計10尾ずつの体表に付着したハダムシを目視により計数し、通算及び各測定時におけるカンパチ1尾当たりの寄生数を比較した。なお、ハダムシ採集後は残りの魚をすべて淡水浴し、体表への寄生をリセットして試験を継続した。

表7 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 |
| 展着剤 | 1.0 | 1.0 |
| 水道水 | 7.0 | 7.0 |

2) 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。期間中いずれの区でも魚は順調に成長し、試験中盤までは平均体重の増加が緩やかであったが、水温が下降し始めた試験後半は顕著に成長した。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、対照区で45尾、ショウガ粉末0.1%区で24尾の死亡がみられ、生残率はそれぞれ70.0及び84.0%となった。増重率は対照区では56.8%であったのに対し、ショウガ粉末0.1%区では66.9%と高かった。試験期間中の水温は18.2~27.9℃で推移した。乾物総給餌量は対照区で58,814gであったのに対し、ショウガ粉末0.1%区では64,319gと多かった。日間給餌率は対照区で1.93%、ショウガ粉末0.1%区で1.98%と両区で同等であったが、飼料効率はショウガ粉末0.1%区で52.1%と高く、平成24年度と同様の傾向がみられた。増肉係数はショウガ粉末0.1%区で1.92とわずかに優れていた。

カンパチ 1 尾当たりの平均ハダムシ寄生数の推移を表 9 に示した。通算の平均では対照区で 58.7 個、ショウガ粉末 0.1%区で 37.4 個となり、ショウガ粉末 0.1%区では対照区の約 64%まで寄生強度が低下した。これを各測定日ごとにみると、どちらの区でも 42 日後までは寄生数が多く、56 日後以降はそれが急激に低下した。また、42 日後までの寄生数を比較すると、ショウガ粉末 0.1%区では 1 尾当たりの寄生数が 50 個台で推移したが、対照区では 74.3 ~117.1 個と有意に高く ($P<0.05$)、図 12 に示した試験期間中の生残率の推移と連動して

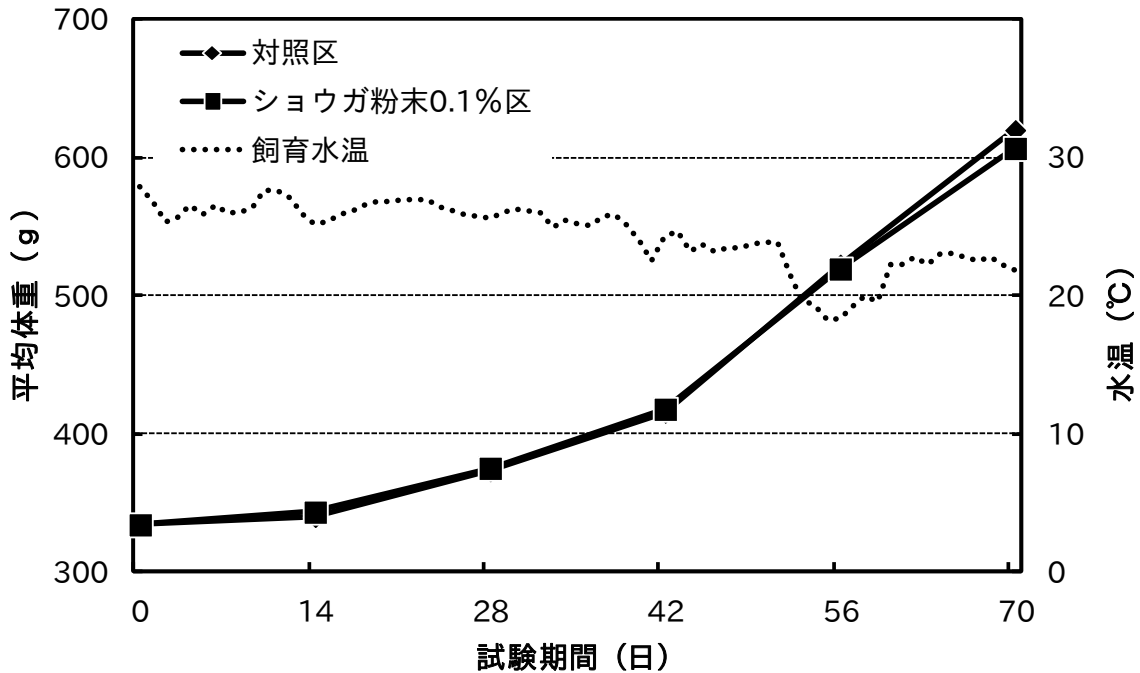


図 11 平均体重の推移 (カンパチショウガ粉末試験)

表 8 飼育成績 (カンパチショウガ粉末試験)

| 試験区 | | 対照区 | ショウガ粉末 0.1%区 |
|-------------|-----|----------------|-----------------|
| 尾数 | 開始時 | 150 | 150 |
| | 終了時 | 105 | 126 |
| 生残率 (%) | | 70 | 84 |
| 平均体重 (g) | 開始時 | 334 | 334 |
| | 終了時 | 620 | 607 |
| 増重率 (%) | | 56.8 | 66.9 |
| 飼育期間 | | 2013.9.3~11.12 | |
| 飼育日数 (日) | | 70 | |
| 給餌日数 (日) | | 50 | |
| 飼育水温 (°C) | | 18.2~27.9 | |
| 乾物総給餌量 (g) | | 58,814 | 64,319 |
| 日間給餌率 (%/日) | | 1.93 | 1.98 |
| 飼料効率 (%) | | 48.4 | 52.1 |
| 増肉係数 | | 2.07 | 1.92 |

いた。試験期間中の死亡魚では体表のびらん等のハダムシの寄生が著しい場合にみられる症状が観察されたことから、本試験でみられた生残率の差はハダムシの寄生強度の差によるものと推察される。以上のことから、シヨウガ粉末はカンパチのハダムシ寄生強度の低減に有効と判断された。

表9 カンパチ 1尾当たりの平均ハダムシ数の推移（カンパチシヨウガ粉末試験）

| 試験区 | 試験期間（日） | | | | | 総平均 |
|-------------|---------|-------|------|------|-----|------|
| | 14 | 28 | 42 | 56 | 70 | |
| 対照区 | 74.3 | 117.1 | 76.6 | 19.6 | 6.1 | 58.7 |
| シヨウガ粉末0.1%区 | 50.9 | 58.9 | 55.8 | 14.4 | 7.1 | 37.4 |

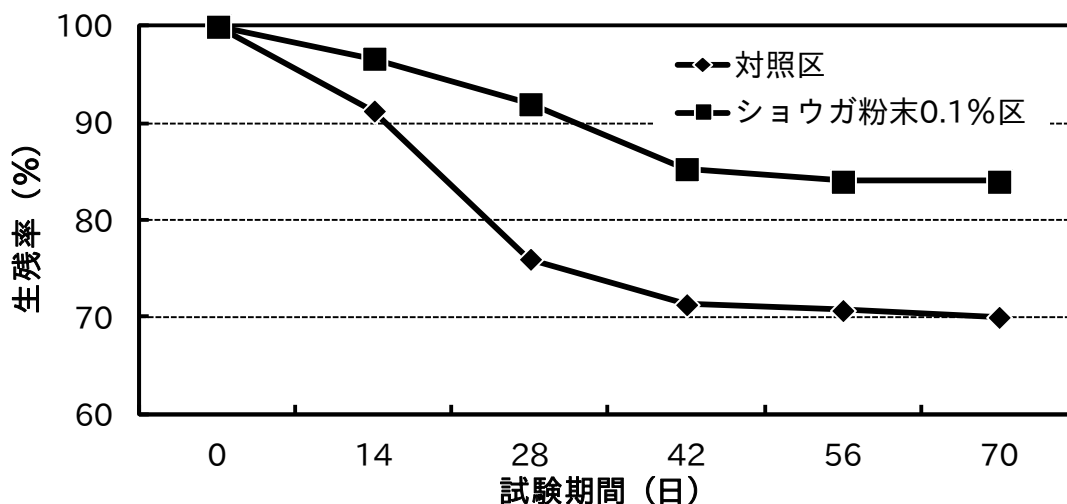


図12 生残率の推移（カンパチシヨウガ粉末試験）

5 マダイの成熟抑制試験

養殖マダイでは冬季以降に成熟に伴う痩せや体色の黒化がみられ、それが付加価値や飼料効率の低下を引き起こす要因となっている。そこで、マダイ 1 歳魚の品質維持とコスト削減のため、平成 24 年度には給餌頻度の見直しによって成熟を抑制する試験を行い、低頻度の給餌によって体色の黒化が抑えられるとともに生殖腺の発達も抑制された。本年度は同様の目的で 1 歳魚における低頻度給餌の開始時期について検討した。

(1) 1 歳魚における成熟前からの適正給餌頻度の把握

1) 材料及び方法

供試魚には平均体重が 1,275~1,279g の人工産マダイを用い、それを小割生簀に 71 尾ずつ収容して 3 区を設け、平成 25 年 11 月 28 日から平成 26 年 3 月 20 日までの 112 日間の飼育試験を実施した。週 3 日給餌から週 1 日の低頻度給餌に切り替える時期を変え、開始 56 日後（1 月 23 日）からを 1 区、28 日後（12 月 26 日）からを 2 区、開始時から終了時までの全期間で週 1 日給餌を行う 3 区とした。各区とも、給餌日には直径が 10mm の市販のマダ

イ用 EP を午前中に 1 回飽食量を給餌し、試験期間中は前述のように水温データロガーを用いて水温を記録した。14 日おきに網替えを行うとともに、28 日おきにそれと合わせて供試魚の総重量を測定した。試験終了時には前述のように増重率、日間給餌率、飼料効率及び増肉係数を算出した。56 日後以降の魚体測定時には、各区から無作為に 5 尾ずつを取り上げ、体色及び肥満度を測定するとともに、生殖腺重量を測定して生殖腺指数（以下、GSI）を算出した。体色の測定には色彩色差計（コニカミノルタ株式会社製、CR-400）を用い、写真 1 のように背鰭先端と側線の間地点の L、a 及び b 値を 3 回ずつ測定して平均値を比較するとともに、a 及び b 値の測定結果から c 値（彩度）を算出した。

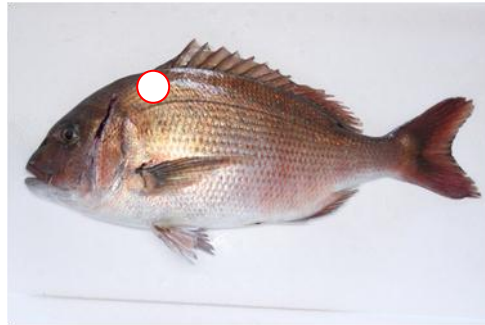


写真 1 体色の測定箇所

2) 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。2 区では週 1 日給餌に切り替えた後に成長の停滞がみられたが、84 日後までの平均体重は概ね直線的に上昇した。112 日後には停滞若しくは低下がみられた。試験終了時における飼育成績を表 10 に示した。試験期間中、1 区及び 2 区でそれぞれ 1 尾ずつの死亡がみられ、生残率は 98.6%となった。増重率は 1 区で 14.1

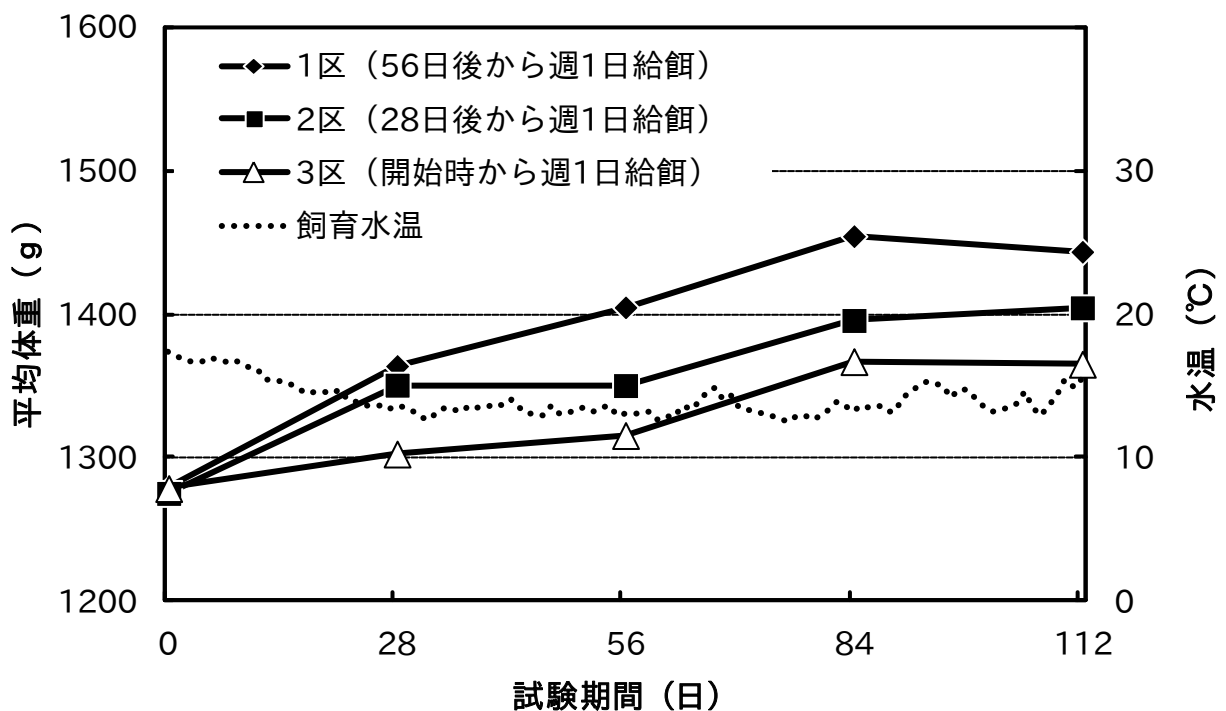


図 13 平均体重の推移（マダイ成熟抑制試験）

%と高く、3区で9.5%と低かった。水温は12.5~17.4℃の範囲で推移した。試験期間中の給餌日数はそれぞれ32、24及び16日であった。日間給餌率は給餌日数が多いほど高く、3区で1.55%となった。飼料効率も3区で41.5%と最も高かったが、増肉係数は2.41~2.65でいずれの試験区でも同等であった。試験期間中の体色測定結果を図14に示した。明るさを示すL値は、いずれの測定日においても試験開始時から週1日給餌を行った3区でやや高い傾向がみられた。c値は2区において他区よりも低い値で推移したが、試験区ごとにみると試験経過に伴う変動は小さく、概ね横ばいで推移した。GSIの推移を図15に示した。いずれの試験区でも試験の経過に伴って上昇がみられたが、個体差が大きかったものの、長期間の週1日給餌を行った3区でもGSIが高い個体が認められ、今回の試験設定では成熟抑制にはつながらなかった。

表10 試験終了時における飼育成績（マダイ成熟抑制試験）

| 試験区 | | 1区 | 2区 | 3区 |
|-------------|-----|----------------------|-----------|--------|
| 尾数 | 開始時 | 71 | 71 | 71 |
| | 終了時 | 70 | 70 | 71 |
| 生残率 (%) | | 98.6 | 98.6 | 100 |
| 平均体重 (g) | 開始時 | 1,278 | 1,275 | 1,279 |
| | 終了時 | 1,444 | 1,405 | 1,365 |
| 増重率 (%) | | 14.1 | 11.1 | 9.5 |
| 飼育期間 | | 2013.11.28~2014.3.20 | | |
| 飼育日数 (日) | | | 112 | |
| 給餌日数 (日) | | 32 | 24 | 16 |
| 飼育水温 (℃) | | | 12.5~17.4 | |
| 乾物総給餌量 (g) | | 32,160 | 26,728 | 23,187 |
| 日間給餌率 (%/日) | | 1.17 | 1.32 | 1.55 |
| 飼料効率 (%) | | 39.8 | 37.8 | 41.5 |
| 増肉係数 | | 2.51 | 2.65 | 2.41 |

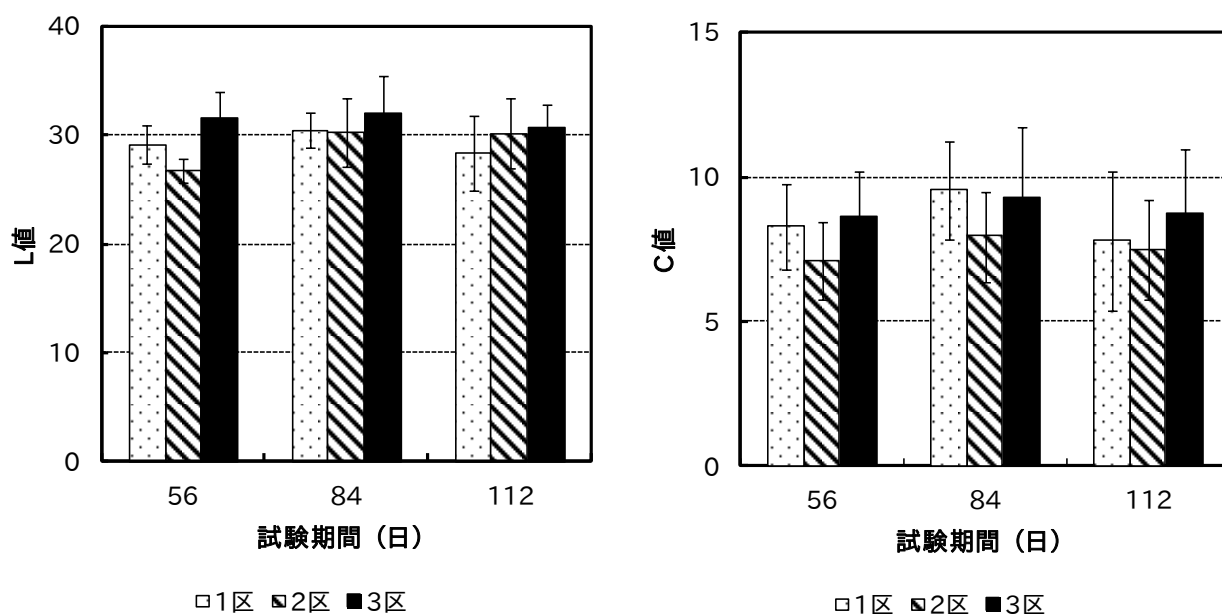


図14 体色の測定結果（マダイ成熟抑制試験）

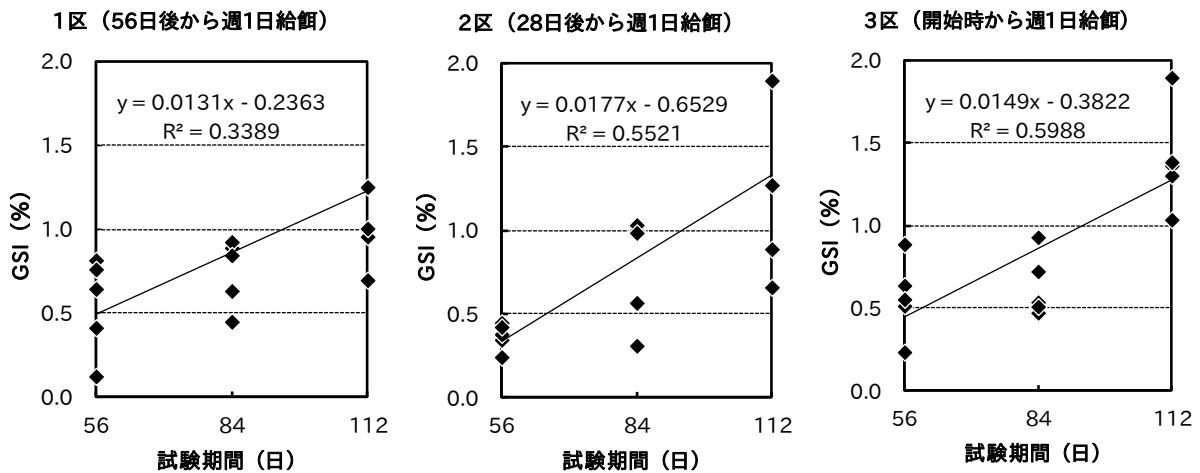


図 15 GSI の推移 (マダイ成熟抑制試験)

本実験では 11 月以降で週 1 日給餌を開始したが、その開始時期がマダイ 1 歳魚の成熟抑制に及ぼす影響は見受けられなかった。しかし、11 月下旬から週 1 日給餌を開始することで翌年 1 月下旬まで週 3 日給餌を行う場合と比較して 72.1% の給餌量となったことから、コストの削減効果はあると考えられる。平成 24 年度の試験では 11 月下旬以降に 2 週間に 1 回の頻度で給餌を行った結果、成長は終始停滞したものの成熟の抑制は確認されたことから、産卵期前から 2 週間に 1 回程度の低頻度の給餌を行って成熟を抑制し、産卵期以降の飼料効率の上昇が期待できる時期から成長回復を図る飼育方法のほうが効率的と考えられた。

6 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.