

赤潮対応型給餌モデル開発研究

眞鍋美幸，池田祐介，今吉雄二，織田康平

【目的】

高水温期において、魚体重の増加を優先した給餌方法では、給餌過多による魚病の発生や漁場環境の悪化、ひいては赤潮発生の一要因となることが懸念される。これらについては、漁業者は経験に基づき試行錯誤しつつ、給餌方法の改良に取り組んでいるものの、暗中模索の状況である。

そこで、高水温期における無駄の少ない給餌法を解明し、養殖経営のコスト低減及び漁場環境への負荷を軽減することで、持続的な養殖業経営に寄与することを目的とする。

本研究では、一定の餌止め（絶食）期間を設け、その後、通常の給餌を再開して魚体回復状況を把握し、餌止めによる低コスト化、省力化の可能性を検討する。

【方法】

供試魚

鹿児島湾内で飼育された平均体重3,205gのブリ2年魚を用いた。

飼育管理

試験区は5区とし、それぞれ当センターの海面生簀（3.6m×3.6m×3.0m）に40尾ずつ収容し、平成24年7月24日から12月11日の140日間飼育した。給餌量は、市販EP飼料（S社製）を1日に1回飽食と思われる量を与え、給餌頻度は試験開始時から14週（10月末）までは週3日、15週（11月）から試験終了までは週4回とした。対照区として絶食期間を設けない区を1区、4週間絶食区を2区、6週間絶食区を3・4区、2週間に1回の給餌を8週間継続する区を5区とした。長期間絶食後、急に通常給餌を開始する事への魚体へ悪影響を検証するため、2区と3区は絶食前に徐々に給餌回数を減らし、絶食後は徐々に給餌回数を増やす制限給餌期を設けた。

表1 1週間あたりの給餌回数

月	7					8					9					10					11					12					合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
試験区	①	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	66				
	②	2	1	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	45				
	③	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	42				
	④	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48				
	⑤	3	3	0	0	1	0	1	0	1	0	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	45				

制限給餌期間 絶食期間

水温測定

生簀から水深1m付近にデータロガー（オンセット社製ウォーターテンププロv2）を垂下して1時間毎の水温を記録した。

魚体測定

魚体測定は、2週間に1回実施した。測定日には各区の尾叉長、魚体重を全尾数測定し、得られた結果から肥満度を算出し、絶食の影響と絶食後の回復状況を確認した。

血液性状分析

試験開始時，絶食終了時，制限給餌終了時，試験終了時に5尾/生簀を任意に取り上げ，尾柄部下部から採血を行った。採取した全血を用いてヘマトクリット値 (Ht)，ヘモグロビン量 (Hb) 及び赤血球数 (RBC) を測定するとともに血漿を用いて血液性状を測定した (表2)。

表2 血液検査項目の概略

検査項目		検査内容
Ht	ヘマトクリット値	血液中に占める血球の容積の割合
Hb	ヘモグロビン量	赤血球中の色素タンパク質の量
RBC	赤血球数	血液中の赤血球の数
GOT	グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ	肝臓等に含まれる酵素
GPT	グルタミン酸ピルビン酢酸トランスアミナーゼ	肝臓等に含まれる酵素
ALP	アルカリフォスターゼ	小腸，肝臓，骨等に含まれる酵素
TCHO	総コレステロール	体内の脂質を表す値
TG	トリグリセライド(中性脂肪)	体内の脂質を表す値
Glu	グルコース(血糖)	血液中のブドウ糖
BUN	尿素窒素	タンパク質が体内で利用された後の老廃物
TP	総タンパク	血液中の様々な種類のタンパク質の総量

魚体の粗脂肪分析

絶食終了時，試験終了時に5尾/生簀を取り上げ，魚体の粗脂肪含有量を分析した。

【結果および考察】

飼育成績

(1) 生残率

生残率の推移を図1に示す。

試験終了時における生残率は，1区が85.0%で最も良く，次いで3区の82.5%，4区の80.0%，5区の77.5%と続き，2区が最も悪く72.5%であった。

へい死の原因については，試験開始前の予備飼育の段階から発生していたヘテラキシネ症 (エラムシ) やノカルジア症等の継続によるものであり，生残率の低い2区，5区を見ても，絶食開始日 (8月7日) 以前にその多くが斃死していることから，絶食や制限給餌の影響によるものではないと考えられた。

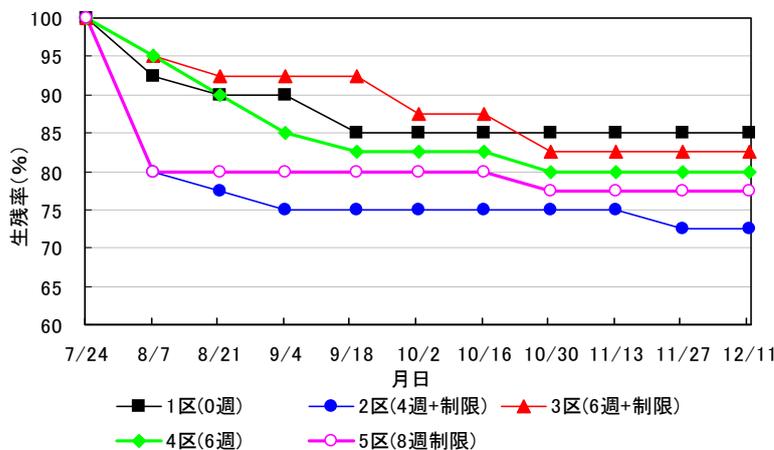


図1 生残率の推移

平成22年に北薩海域で発生した赤潮はおよそ2ヶ月間にも及んだため，前年度の試験では8週間絶食区を設定して餌止めの影響を試験したが，その生残率は他区 (餌止め0, 1, 2, 4週) よりも低い結果となった。一方，今年度の試験では8週間制限給餌区を設定したが他区との差は見られなかった。このことにより，2週間に1回でも給餌できれば餌止めによるへい死を防げることが示唆された。

(2) 魚体重

魚体重と平均水温 (1週間毎に水温を平均したもの) の推移を図2に示す。

期間中の最高水温は8月18日の31.2℃，最低水温は12月10日の15.2℃であり，1週間毎の平均水温は

16.9℃～28.9℃（平均24.5℃）で推移した。

1区の魚体重は平均水温が28℃以上であった9月中旬まではほぼ横ばいであったが、水温の低下とともに増加し、試験終了時は平均4,277gとなった。2区の魚体重は絶食及び制限給餌期間中は減少したが、その後急激に増加し、通常給餌に戻してから6週間後に1区に追いついた。3区、4区、5区は、2区と同様に絶食及び制限給餌期間中は減少し、通常給餌に戻してから増加したが、試験終了時まで1区には追いつかなかった。試験期間における魚体重の増重量は、1区が1,072.2gで最も多く、次いで2区の983.9g、4区の760.6g、5区の663.9g、3区の631.7gと続いた。

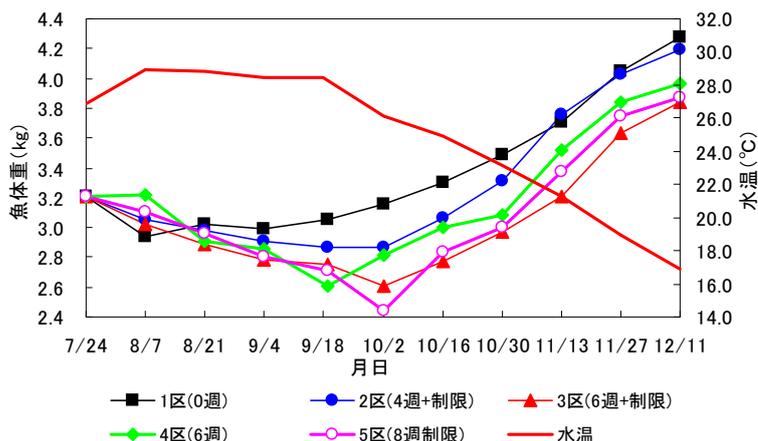


図2 魚体重と平均水温の推移

(3) 尾叉長

尾叉長と平均水温の推移を図3に示す。

試験開始時の尾叉長は57.9cm（全尾数平均）であった。1, 2, 4区は平均水温が28℃以上であった9月中旬まではほぼ横ばいであったが、水温の低下とともに上昇し、試験終了時の尾叉長は59.9～60.0cmで差は見られなかった。3区および5区は、絶食や制限給餌が終了し、水温が低下しても10月中旬までは横ばいとなり、その後上昇に転じた。試験終了時の尾叉長は、3区は59.6cmとなり、5区は58.9cmで最も短い結果となった。

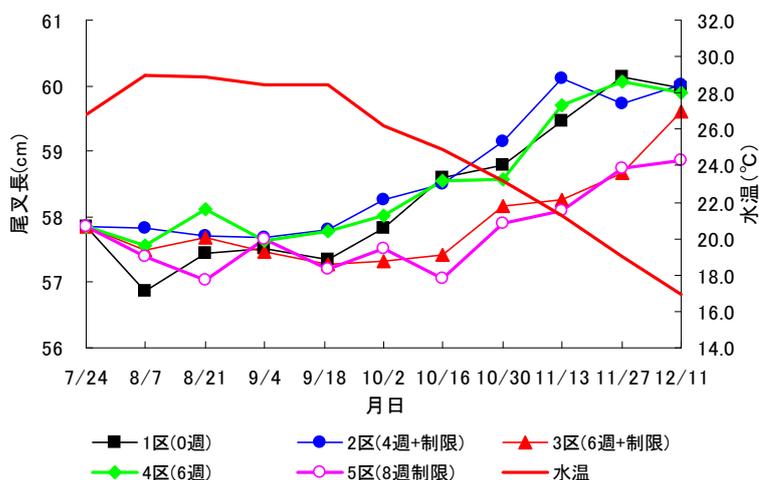


図3 尾叉長と平均水温の推移

(4) 肥満度

肥満度の推移を図4に示す。

試験開始時の肥満度は16.5（全尾数平均）であった。1区の肥満度は、高水温期はわずかに減少し、水温の低下とともに緩やかに増加した。2区～5区の肥満度は絶食または制限期間中は減少したが、給餌再開後は順調に回復した。試験終了時は、1区が最も高く19.8、次いで2区が19.3、5区が18.9、4区が18.4、3区が18.1であった。

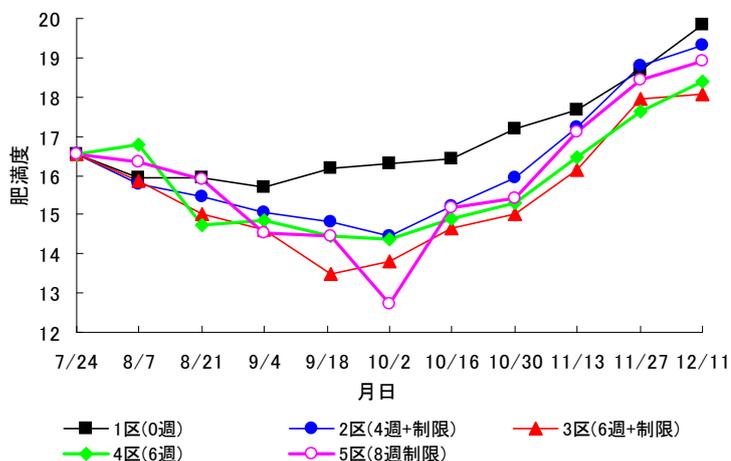


図4 肥満度の推移

(5) 魚体の粗脂肪含有量

魚体（背身，腹身）の粗脂肪分析結果を表3に示す。

絶食終了時，制限給餌終了時の粗脂肪含有量は各区とも1区（対照区）より少なかったが，2区から5区の中では2区（絶食4週後），3・4区（絶食6週後）より5区（制限8週後）の方が多かった。試験終了時の背身の粗脂肪含有量は，1区が最も高く，次いで2区，4区，5区，3区の順であった。一方腹身の粗脂肪含有量は，1区が最も高く，次いで2区，5区，3区，4区の順であった。

表3 粗脂肪含有量

	週数	背身(%)	腹身(%)
絶食・制限終了時			
1区(対照区)	8	5.9	9.9
2区(絶食4週+制限区)	6	1.7	5.1
3区(絶食6週+制限区)	8	1.3	3.6
4区(絶食6週区)	8	1.9	3.6
5区(制限8週区)	10	2.8	6.0
試験終了時			
1区(対照区)	20	9.4	16.5
2区(絶食4週+制限区)	20	8.5	15.3
3区(絶食6週+制限区)	20	5.6	13.4
4区(絶食6週区)	20	7.3	10.7
5区(制限8週区)	20	6.9	15.2

(6) 血液性状

血液性状を表4に示す。

表4 血液性状分析結果

週	区	Ht (%)	Hb (g/100ml)	RBC ($\times 10^4$ 個/ μ l)	GOT (U/L)	GPT (U/L)	ALP (U/L)	TCHO (mg/dl)	TG (mg/dl)	Glu (mg/dl)	BUN (mg/dl)	TP (g/dl)
開始時	0 全区	48.9	14.9	459.4	195.0	17.4	136.0	388.2	98.2	224.8	12.0	5.5
絶食終了時	6 1区(対照区)	41.6	12.4	318.2	83.4	12.8	3.0	340.0	96.0	181.6	8.7	4.8
	6 2区(4週+制限)	43.2	12.7	371.6	132.2	19.4	158.0	309.0	221.6	186.8	5.7	4.6
	8 1区(対照区)	47.4	13.9	426.2	66.8	11.8	3.0	345.2	78.6	176.0	9.1	5.1
	8 3区(6週+制限)	38.4	12.1	391.0	49.8	5.6	86.4	238.8	193.4	143.6	5.8	3.6
制限終了時	8 4区(6週)	35.8	11.4	399.8	39.6	4.2	81.4	256.6	135.4	136.8	4.8	3.6
	10 1区(対照区)	43.4	12.9	407.4	30.4	6.8	3.0	401.2	56.4	185.0	14.5	5.2
	10 2区(4週+制限)	37.7	12.3	370.8	30.2	5.8	102.0	394.6	65.2	158.4	9.5	4.3
	10 3区(6週+制限)	33.4	12.5	368.2	41.0	6.6	102.0	292.4	139.2	154.2	8.4	4.0
	10 5区(8週制限)	37.3	12.9	408.0	39.2	6.6	107.0	318.4	150.0	161.4	4.9	4.2
終了時	20 1区(対照区)	42.0	14.8	392.2	26.0	5.8	48.0	331.2	43.8	142.4	4.0	3.8
	20 2区(4週+制限)	38.9	15.5	366.0	22.0	6.2	35.8	286.4	39.6	128.8	4.4	3.6
	20 3区(6週+制限)	33.9	15.1	335.2	71.2	8.4	48.6	351.2	48.8	151.2	5.6	4.3
	20 4区(6週)	35.2	14.1	396.2	13.0	4.4	54.0	304.0	37.6	148.0	5.8	3.7
	20 5区(8週制限)	46.8	16.5	443.4	33.6	6.8	59.6	379.6	43.0	166.4	5.9	4.4

絶食終了時，制限終了時のALP，TGは，1区（対照区）と比較して各区とも大幅に上昇していたが，試験終了時にはほとんど差がなくなった。TCHO，Glu，BUN，TPは，絶食終了時，制限終了時は1区と同等か低い値を示したが，試験終了時にはほとんど差がなくなった。その他の項目については，絶食，制限給餌期間との明確な関係はみられなかった。

まとめ

魚体重は，2区は絶食及び制限給餌期間中は減少したが，その後急激な増加がみられ，通常給餌に戻してから6週間後に1区に追いついた。一方，3区から5区も同様に，急激な体重増加がみられたものの，試験終了まで1区に追いつくことはなかった。

生残率，尾叉長，肥満度，粗脂肪含有量，血液性状においても，試験終了時における2区の値は，1区とほぼ同程度であった。

これらの結果から，夏場の高水温期に4週間絶食させても，年末の出荷最盛期には影響がない事が示唆された。

表5に飼育成績のまとめを示す。飼料効率，増肉係数の値は2区が最も良く，1区と比較して，試験終了時の給餌日数（給餌回数）が11日少ないことから省力化が，1尾あたりの給餌量が約700g少ない事から餌料費の低減が図られることがわかった。

表5 飼育成績のまとめ

飼育期間	平成24年7月24日～12月11日				
水温	15.2～31.2℃(平均24.5℃)				
試験区【絶食期間】	1区(対照区)	2区(4週+制限)	3区(6週+制限)	4区(6週)	5区(制限8週)
飼育日数	140	140	140	140	140
給餌回数	66	45	42	48	45
尾数	開始時	40	40	40	40
	終了時	34	29	33	32
平均体重(g)	開始時	3205.0	3205.0	3205.0	3205.0
	終了時	4277.1	4188.8	3836.6	3965.6
	増重量	1,072.2	983.9	631.7	760.6
尾叉長(cm)	開始時	57.9	57.9	57.9	57.9
	終了時	60.0	60.0	59.6	59.9
肥満度	開始時	16.5	16.5	16.5	16.5
	終了時	19.8	19.3	18.1	18.4
生残率(%)	85.0	72.5	82.5	80.0	77.5
総給餌量(g)	148,053	95,698	101,360	116,156	99,000
1尾あたり総給餌量(g/尾)	4,874	4,166	3,525	4,182	3,654
増重率(%)	33.45	30.70	19.71	23.73	20.71
日間増重率(%)*	0.20	0.19	0.13	0.15	0.13
日間給餌率(%)	0.76	0.54	0.56	0.64	0.56
飼料効率(%)	22.0	23.6	17.9	18.2	18.2
増肉係数	4.55	4.23	5.58	5.50	5.50

制限給餌については、試験終了時の3区（6週絶食+制限給餌）と4区（6週絶食）を比較すると、平均体重、尾叉長、肥満度、飼料効率、増肉係数等いずれも3区の方が劣る結果となり、6週絶食においては、急な給餌再開による影響よりも、制限給餌による給餌回数の減少の方が影響が大きいことがわかった。