

魚類養殖試験- マダイの生産コスト削減にかかる試験

1. 適正飼料組成の検討

栗山 功

目的

マダイ用飼料のコスト削減のために、タンパク質、脂肪含量の異なるモイストペレット(以下,MP)を用いた飼育試験を行い、高成長かつ低コストな飼料組成の検討を行う。

方法

1. 異なるタンパク質含量の飼料を用いた飼育試験

1)高タンパク MP 飼育試験

試験 MP の組成および一般成分を表 1 に示す。1 区から 3 区にかけてブリ用配合飼料をベースとし、魚粉を添加することにより、タンパク質含量を段階的に設定した。魚粉にはアジ・イカナゴブレンドミールを用いた。4 区は対照として三重県内の一般的なマダイ用 MP の組成とした。

供試魚には平均体重 96.8g の養殖用マダイ当歳魚を用い、3m × 3m × 3m の生簀に各区 335 尾ずつ収容した。給餌は週 5 日とし、1 日 1 回午前中に飽食量給餌した。試験期間は 2007 年 2 月 19 日から 2007 年 6 月 19 日までの 121 日であった。試験期間中は毎月 1 回魚体測定を行い、開始時および終了時には血漿化学成分を、終了時には魚体一般成分を分析した。

2)高タンパク・高脂肪 MP 飼育試験

1)の試験結果から、極端にタンパク質だけを増加させた MP を与えても、そのコストに見合った成長が得られないことから、1)の試験で最も増肉係数の優れていた 2 区の MP に脂肪含量が湿重で 12%となるようにフィードオイルを添加し、よりエネルギー量を高めて飼育成績の悪かった試験区 3 に給餌した。他の試験区の MP では、1)の試験と同様の組成に、6%となるようにフィードオイルを添加して調整した。試験 MP の組成および一般成分を表 2 に示す。

供試魚には、1)の試験に用いたマダイをそのまま継続して用いた。試験期間は 2007 年 7 月 17 日から 9 月 11 日までの 56 日であった。終了時には血漿化学成分と魚体の一般成分を分析した。

2. 脂肪添加 MP 飼育試験

試験 1 の結果から、魚粉添加による高タンパク MP では、給餌コストの削減が難しいことから、既存のマダイ用配合飼料と、それよりやや高タンパクなブリ用配合飼料に、フィードオイルを添加してエネルギー源とすることにより、飼料中のタンパク質が成長に利用される効果を期待して、飼育試験を実施した。

試験 MP の組成および一般成分を表 3 に示す。供試魚には、平均体重約 660g のマダイ 1 歳魚を各区 200 尾ずつ 3m × 3m × 3m の生簀に収容した。

給餌は週 5 日とし、1 日 1 回午前中に飽食給餌した。試験期間は 2007 年 12 月 3 日から 2008 年 2 月 19 日までの 79 日であった。試験期間中は毎月 1 回魚体測定を行い、開始時には血漿化学成分を、終了時には背側筋と腹腔内脂肪を含む内臓の一般成分および血漿化学成分を分析した。

なお、12 月 20 日頃からエドワジエラ症が発症したため、各試験区ともフロルフェニコールを 12 月 25 日から 3 日間と 1 月 7 日から 4 日間投薬した。

表 1.高タンパク MP 飼育試験に用いた MP 配合組成および一般成分(%)

試験区	1	2	3	4
配合組成				
魚粉		19.8	39.6	
ブリ用配合(高タンパク)	49.5	39.6	29.7	
マダイ用配合(低タンパク)				49.5
冷凍カタクチイワシ	29.7	19.8		29.7
冷凍オキアミ	19.8	19.8	19.8	19.8
ビタミン剤	1.0	1.0	1.0	1.0
一般成分				
粗タンパク質	35.2	41.3	46.5	31.5
粗脂肪	6.3	6.5	6.7	3.6
粗灰分	9.3	10.3	11.0	8.7
水分	41.7	35.6	31.5	42.5
MP1kgあたりの単価(円)	131.5	147.1	156.6	112.5

表 2.高タンパク・高脂肪 MP 飼育試験に用いた MP 配合組成および一般成分(%)

試験区	1	2	3	4
配合組成				
魚粉		19.6	18.5	
ブリ用配合(高タンパク)	48.5	39.2	37.0	
マダイ用配合(低タンパク)				48.1
冷凍カタクチイワシ	29.1	19.6	18.5	28.8
冷凍オキアミ	19.4	19.6	18.5	19.2
ビタミン剤	1.0	1.0	0.9	1.0
フィードオイル	1.9	1.0	6.5	2.9
一般成分				
粗タンパク質	35.5	41.2	39.6	30.3
粗脂肪	6.6	6.3	11.6	5.7
粗灰分	9.1	10.1	9.5	7.3
水分	42.4	36.0	34.2	42.4
MP1kgあたりの単価(円)	139.8	154.5	157.1	121.9

表 3. 脂肪添加 MP 飼育試験に用いた
MP 組成および一般成分(%)

試験区	1	2	3	4
配合組成				
ブリ用配合 (高タンパク)	48.5	44.6		
マダイ用配合 (低タンパク)			44.5	48.0
冷凍カタクチイワシ	29.1	26.4	26.7	28.8
冷凍オキアミ	19.4	17.6	18.8	19.2
ビタミン剤	1.9	1.8	1.8	1.9
フィードオイル	1.0	10.5	10.8	1.1
一般成分				
粗タンパク質	35.6	33.8	29.1	30.6
粗脂肪	5.9	14.1	13.3	6.5
粗灰分	8.8	8.6	7.0	7.9
水分	41.6	35.5	35.5	40.8
MP1kgあたりの単価(円)	139.1	145.5	128.6	121.1

結果および考察

1. 異なるタンパク質含量の飼料を用いた飼育試験

1) 高タンパク MP 給餌試験

飼育成績を表 4 に示した。補正増重率を見ると、試験区 1 が最も成長が良かった。また、最もタンパク質含量の高かった試験区 3 の増重率は低く、極端にタンパク質だけを増加させても増重にはつながらないことが示唆された。

増肉係数については、試験区 2 が最も良く、対照の試験区 4 が最も効率の悪い結果となった。魚体重が 1kg 増加するのに必要な増重単価を求めると、試験区 4 が最も増重単価が安かった。結果的に高タンパクな MP を給餌して、マダイの成長を改善しても、給餌コストの削減にはつながらなかった。

血漿化学成分の分析結果を表 5 に示した。総タンパク質はどの試験区もほぼ同様の値を示したが、総コレステロール、トリグリセリドおよびリン脂質では、試験区 4 が低い値を示した。一般成分の分析結果を表 6 に示した。いずれの項目においても、各試験区間に差は見られなかった。

表 4. 高タンパク MP 給餌試験 飼育成績

試験区	1	2	3	4
開始時				
尾数	335	335	335	335
平均体重(g)	96.8	97.0	96.8	96.8
総重量(kg)	32.42	32.48	32.44	32.42
終了時				
尾数	327	318	317	319
平均体重(g)	240.9	237.2	219.9	220.4
総重量(kg)	78.78	75.43	69.71	70.30
補正増重量(kg)	46.6	44.6	39.31	40.18
補正増重率(%)	143.7	137.3	121.2	123.9
給餌量(kg)	168.8	154.2	145.4	163.9
日間成長率(%)	0.69	0.67	0.62	0.63
日間給餌率(%)	2.50	2.33	2.31	2.58
増肉係数	3.62	3.46	3.70	4.08
飼料効率(%)	27.6	28.9	27.0	24.5
死亡率(%)	2.39	5.07	5.37	4.78
増重単価(円/kg)	476.4	508.7	579.3	458.7

表 5. 高タンパク MP 給餌試験 血漿化学成分
(単位 mg/dL, n=6, 平均 ± 標準偏差)

試験区	総蛋白	総コレステロール	トリグリセリド	リン脂質
開始時				
	3.2±0.45	157.1±25.94	72.6±26.14	391.3±71.04
1	3.6±0.34	200.3±19.99	126.7±28.30	491.0±29.50
2	3.8±0.12	216.0±18.33	146.2±30.11	496.9±36.13
3	3.7±0.50	217.2±22.31	135.2±26.21	482.5±55.76
4	3.7±0.31	161.2±16.14	102.5±13.28	397.4±33.02

表 6. 高タンパク MP 給餌試験 魚体一般成分
(単位%, n=6, 平均値 ± 標準偏差)

試験区	1	2	3	4
水分	64.9±1.30	65.3±1.49	65.4±1.99	64.8±1.36
粗タンパク質	17.4±0.28	17.3±0.13	17.1±0.34	17.9±0.48
粗脂肪	12.4±1.57	11.9±1.77	11.4±2.20	10.6±0.17
粗灰分	4.9±0.16	4.9±0.22	5.1±0.32	5.0±0.17

2) 高タンパク・高脂肪 MP 給餌試験

飼育成績を表 7 に示した。試験区 3 が最も良い増重率、増肉係数を示した。次いで試験区 2 が良く、フィードオイルの添加により、より高い成長が得られたためと考えられる。増重単価は、試験区 3 が試験区 2 よりも安くなり、フィードオイル添加による効率化が価格の面でも確認できた。しかし、最も安かったのは、対照の試験区 4 であった。高価な魚粉を添加して餌のタンパク質含量を増加させ、成長率の向上を計ることは、成長の改善効果はあるものの、餌の単価が高くなるため、給餌コストの削減には寄与しないと考えられた。

表 8 に終了時の血漿化学成分を、表 9 に魚体の一般成分の分析結果を示した。いずれにおいても試験区 4 で脂質に関する項目でやや低くなっている以外は、同様の値であった。

表 7. 高タンパク・高脂肪 MP 飼育試験 飼育成績

試験区	1	2	3	4
開始時				
尾数	294	286	282	285
平均体重(g)	298.3	295.5	285.5	281.1
総重量(kg)	87.7	84.5	80.5	80.1
終了時				
尾数	291	279	281	283
平均体重(g)	433.0	448.4	439.5	404.2
総重量(kg)	126	125.1	123.5	114.4
補正増重量(kg)	62.6	67.1	69.3	59
補正増重率(%)	71.4	79.4	86.1	73.7
給餌量(kg)	130.0	128.8	130.0	130.5
日間成長率(%)	0.94	1.02	1.07	0.96
日間給餌率(%)	1.95	1.95	2.02	2.13
増肉係数	2.08	1.92	1.88	2.21
飼料効率(%)	48.2	52.1	53.3	45.2
死亡率(%)	1.02	2.45	0.35	0.70
増重単価(円/kg)	290.2	296.5	294.8	269.6

表 8. 高タンパク・高脂肪 MP 飼育試験 血漿化学成分
(単位 mg/dL, n=6, 平均 ± 標準偏差)

試験区	総蛋白	総コレステロール	トリグリセリド	リン脂質
1	3.7±0.46	215.3±27.30	97.8±36.01	477.8±58.04
2	4.1±0.43	266.0±30.85	72.5±23.37	523.0±45.22
3	3.8±0.24	209.7±37.46	97.5±29.44	482.4±64.91
4	3.9±0.37	162.0±15.58	79.7±20.31	410.3±23.89

表 9. 高タンパク・高脂肪 MP 飼育試験 魚体一般成分
(単位%, n=6, 平均値 ± 標準偏差)

試験区	1区	2区	3区	4区
水分	67.1±1.35	67.2±1.88	67.2±0.82	68.3±1.61
粗タンパク質	17.2±0.49	17.1±0.46	17.3±0.6	17.6±0.43
粗脂肪	10.2±1.13	10.2±1.82	10.1±1.19	8.5±1.94
粗灰分	4.7±0.19	4.8±0.08	4.9±0.11	4.9±0.96

2. 脂肪添加 MP 飼育試験

飼育成績を表 10 に示した。増重率はブリ用配合飼料へフィードオイルを添加した試験区 2 が最も良く、次いでマダイ用配合飼料へフィードオイルを添加した試験区 3, ブリ用配合飼料の試験区 1, マダイ用配合飼料の試験区 4 の順であった。増肉係数についても同じ順で優れていた。増重単価は、試験区 3 が最も安く、一般的なマダイ用 MP をモデルにした試験区 4 よりも約 15 円削減することができた。ブリ用配合飼料を用いた試験区 1 と試験区 2 を比較すると、マダイ用と同様に脂肪を添加した試験区 2 が安かった。このように、適切に脂肪を配合することにより、増重単価の削減と、増肉係数の向上が可能であると考えられた。

筋肉および内臓の一般成分を表 11 に示した。筋肉、内臓中の脂肪含量は、脂肪を多く添加した試験区で高くなっていた。本試験では官能試験を行っていないため、筋肉中の脂肪含量がどの程度味覚に影響を与えるのかは不明である。

血漿化学成分の分析結果を表 12 に示す。脂肪を添加した試験区では、脂肪に関連する総コレステロール、トリグリセリドおよびリン脂質の値が高くなっていた。試験開始時の値と比較して全ての試験区で値が上昇しており、栄養状態は開始時よりも良くなっていたと考えられ、健康上の問題はなかったと思われる。

本試験の結果から、一般的な配合組成のマダイ MP にフィードオイルを添加することにより、飼育成績の改善や増重単価の削減が可能であることが明らかになった。今後は、マダイ用配合飼料をベースに、より効果的な脂質の配合割合の検討を行うとともに官能試験を実施し、より低コストなマダイ用 MP の開発を行う。

表 10. 脂肪添加 MP 給餌試験 飼育成績

試験区	1	2	3	4	
開始時	尾数	200	200	200	200
	平均体重(g)	660.5	659.0	660.0	660.5
	総重量(kg)	132.1	131.8	132	132.1
終了時	尾数	188	194	199	194
	平均体重(g)	972.3	976.3	961.8	934.5
	総重量(kg)	182.8	189.4	191.4	181.3
補正増重量(kg)	59.1	62.0	60.0	53.3	
補正増重率(%)	44.74	47.04	45.45	40.35	
給餌量(kg)	173.0	172.1	172.5	169.5	
日間成長率(%)	0.46	0.48	0.47	0.42	
日間給餌率(%)	1.35	1.34	1.35	1.35	
増肉係数	2.93	2.78	2.88	3.18	
飼料効率(%)	34.16	36.03	34.78	31.45	
死亡率(%)	6.00	3.00	0.50	3.00	
増重単価(円/kg)	407.6	404.5	370.4	385.1	

表 11. 脂肪添加 MP 飼育試験 一般成分
(単位%, n=6, 平均値 ± 標準偏差)

試験区	1	2	3	4	
筋肉	水分	73.0±0.88	73.2±1.60	72.0±1.47	74.0±0.81
	粗タンパク質	21.4±0.42	21.4±0.38	20.9±0.56	21.1±0.66
	粗脂肪	3.2±1.25	3.6±1.45	4.3±0.99	2.9±0.78
	粗灰分	2.0±0.22	2.1±0.78	1.7±0.35	1.8±0.08
内臓	水分	45.5±3.63	41.6±5.44	44.4±3.45	49.1±7.40
	粗タンパク質	8.2±1.29	7.1±1.35	8.1±0.76	8.9±2.68
	粗脂肪	43.3±5.39	48.1±7.08	44.2±4.72	38.7±8.77
	粗灰分	1.3±0.89	0.9±0.11	0.92±0.14	1.0±0.28

表 12. 脂肪添加 MP 飼育試験 血漿化学成分
(単位 mg/dL, n=6, 平均値 ± 標準偏差)

試験区	総蛋白	総コレステロール	トリグリセリド	リン脂質	
開始時	2.8±0.25	127.8±7.94	44.5±3.33	365.1±32.57	
	1	3.7±0.29	202.2±27.31	135.5±45.05	611.2±103.31
終了時	2	3.7±0.26	261.0±30.31	168.0±68.07	770.9±70.52
	3	3.4±0.17	247.2±20.03	149.2±50.92	766.8±73.27
	4	3.4±0.21	180.3±18.94	114.0±68.07	547.8±83.75