

低魚粉飼料の有効性評価 II

名倉 盾

前年度に引き続き、トウモロコシ蒸留粕（以下 DDGS）を用いた低魚粉飼料の有効性について、昨年度は魚粉配合率 22%の餌を使用したが、今年度は魚粉配合率 30%の飼料を用いて検討を行なった。

なお、当試験は全国養鱒技術協議会養殖技術部会連絡試験として実施した。

材料及び方法

試験飼料

対照区の飼料は、魚粉が 43%配合された市販のます育成用飼料である（表 1）。低魚粉区の飼料は、魚粉が 30%配合され、代替として DDGS を添加しているが、粗タンパク質が 40.0%と対照区に比べ 5%低くなっている。両飼料とも EP で、3P（粒径約 3.0mm）のサイズを用いた。これらの飼料を用いて低魚粉区と対照区の 2 区、各 2 水槽を設定した。飼料は水分を 10%含むと仮定し、成分組成から炭水化物の量を推定した。

表 1. 試験飼料の成分

	対照区	低魚粉区
成分		
魚粉 (%)	43	30
穀類 (%)	30 (小麦粉・大豆)	25 (小麦粉)
植物性油かす類 (%)	17 (大豆油かす, コーングルテンミール)	23
そうこう類 (%)	5 (米ぬか)	14 (米ぬか, DDGS)
その他 (%)	5 (精製魚油・飼料用酵母他)	8
粗たんぱく質 (%以上)	45.0	40.0
粗脂肪 (%以上)	9.0	3.0
粗繊維 (%以下)	4.0	4.0
粗灰分 (%以下)	12.0	12.0
カルシウム (%以上)	1.2	1.4
りん (%以上)	1.2	1.0

供試魚及び飼育方法

供試魚には平均体重 96.6 g の当所産ニジマスを使用した。300L 容 FRP 水槽 4 つに各 30 尾を収容した。

飼育は、2012 年 12 月 13 日～1 月 28 日までの 47 日間、12℃の井水を用いて飼育を行った。1 週間毎に総魚体重を測定し、その際に水槽のローテーションをした。魚体重の計測結果に基づき、ライトリッツの給餌率表に従って給餌量を設定した。給餌は、1 日 1 回、週 5 日、手撒きで行なった。

飼育成績及び飼料効率

試験開始時及び終了時に、全個体の魚体重を計測し、平均体重及び総魚体重を算出した。この総魚体重と給餌量の記録から飼料効率、日間増重率及び日間給餌率を算出した。

Nagura Jun

肉質の評価

一般成分分析により、肉質の評価を行なった。一般成分は試験終了後、食品分析開発センターSUNATEC に供試魚を送付し分析を依頼した。分析は、エネルギー（熱量）、水分、たんぱく質、脂質、灰分の5項目について、骨や皮などを含まない魚体可食部を用い、「栄養表示基準における栄養成分等の分析方法等について（平成11年4月26日付衛新第13号）」に基づき行なった。

摂餌性の評価

給餌開始から摂餌終了までの時間を測定した。餌が着水したタイミングでストップウォッチのスタートボタンを押し、全ての餌を食べ終わった時点でストップボタンを押して摂餌にかかった時間を測定した。測定は1月9日から23日までの9日間実施した。1月9日から15日は換水率9.6回/日で飼育し、餌食いがあまりにも悪いため注水量を増加して1月16日から23日を換水率14.4回/日で飼育した。

非特異的生体防御能の評価

飼育終了時に取り上げ、白血球食食能をポンドサイトキットの方法によって測定した¹⁾。測定後、次式（食食率=食食している白血球数/観察した白血球数×100、食食指数=食食されたザイモサンの数/食食している白血球数）により食食率、食食指数を求めた。

統計処理

得られた値は試験区間の差をt検定（片側）により判定した。

結 果

飼育結果と飼料効率

試験開始時に選別し、魚体重を揃えたが、実際には平均体重は低魚粉区が有意に大きかった（ $p=0.034$ ）（表2）。生存率は、低魚粉区に不明魚が1尾出たため、低魚粉区98.3%、対照区100%であった。

取上時の平均体重は低魚粉区128.7g、対照区128.9gで対照区の方がわずかに大きくなり、有意差も無くなった（ $p=0.479$ ）。低魚粉区と対照区の飼料効率の平均値は、各々79.3%、93.3%、日間増重率の平均値は、各々0.26%/日、0.32%/日で、同様に低魚粉区の方が有意に小さかった（各々 $p=0.00197$ 、 $p=0.00163$ ）。

肉質の評価

一般成分分析において、低魚粉区は水分とたんぱく質がやや多く、脂質が少ない傾向があったが有意な差は認められなかった（表3）。

表2. 低魚粉飼料による飼育試験結果

	低魚粉区1, 2	対照区1, 2
開始時体重 (g)	98.8±3.92	94.5±3.92
終了時体重 (g)	128.6±5.13	128.9±4.77
生残率 (%)	98.3±21.18	100±0
日間増重率 (% / 日)	0.26±0.023	0.32±0.035
飼料効率 (%)	73.5±12.13	93.3±10.16
増肉単価 (円/kg)	168.7	192.9
増肉単価比	87.6	100

網掛け部分有意差あり ($p<0.05$) 平均±標準偏差

表3. 魚体可食部の一般成分分析結果

	低魚粉区1, 2	対照区1, 2
エネルギー (kcal/100g)	-	-
水分 (g/100g)	77.2±3.81	76.5±5.08
タンパク質 (g/100g)	19.6±3.81	19.9±0.64
脂質 (g/100g)	2.4±0.64	2.9±2.54
炭水化物 (g/100g)	-	-
灰分 (g/100g)	1.5±0.64	1.5±0.64

平均±標準偏差

摂餌性の評価

1月9日から23日まで給餌を行った9日間の摂餌時間を測定した。1月23日に水温と溶存酸素を測定したところ水温は全て11.5℃で溶存酸素は低魚粉区1, 2及び対照区1, 2でそれぞれ6.7, 5.8, 6.0, 5.7mg/lであった。

9日間の給餌にかかった時間を測定した結果、低魚粉区の方が対照区よりも有意に給餌時間が長く必要になっ

た ($p=0.000196$)。換水率を上げる前後で検定をした結果、換水率が低い時には低魚粉区の摂餌時間が有意に長くなったが ($p=0.03$)、換水率を上げた後に有意差はなくなった ($p=0.107$)。

摂餌時間(秒)				
	低魚粉1	低魚粉2	対照区1	対照区2
1月9日	277	311	160	158
1月10日	221	366	125	172
1月11日	235	339	132	194
1月15日	239	207	133	100
ave	243	306	138	156
1月16日	177	219	101	105
1月17日	163	281	158	138
1月18日	164	217	90	115
1月21日	160	205	111	116
1月23日	156	188	95	78
ave	164	222	111	111
全区間平均	199	259	123	131
水温 (C)	11.5	11.5	11.5	11.5
溶存酸素 (mg/L)	6.7	5.8	6.0	5.7

網掛け部分有意差あり ($p<0.05$)

非特異的生体防御能

白血球の貪食率は、低魚粉区が対照区に対して有意に低くなったが ($p=0.01656$)、貪食指数は有意差が無かった ($p=0.088$) (表6)。

表6. 非特異的生体防御能 (白血球貪食率, 貪食指数)

	低魚粉区	対照区
貪食率 (%)	44.1±4.45	54.4±24.14
貪食指数	1.90±0.64	1.79±0.32

網掛け部分有意差あり ($p<0.05$) 平均±標準偏差

考 察

前年までと同様に、飼料効率や日間増重率は対照区よりも低魚粉区が有意に劣った^{2,3)}。今回試験に使った低魚粉飼料は粗たんぱく質が5%低いために、より差がつきやすい状況であったと思われる。その分低魚粉飼料の価格が抑えられているために、増肉単価は対照区193円/kg、低魚粉区169円/kgと低魚粉区の方が12.4%安くなった。これは、対照区の餌価格を100とした時の試験区の餌価格比が68.9%と非常に安価であったためと考えられた。

摂餌時間を測定したところ、低魚粉区は換水率が低い時に有意に摂餌に時間がかかることが判った。湧水期など水量が減るような場合にこれまで以上に注意が必要であると考えられた。

飼料効率や日間増重率の結果は、連絡試験を実施した他県においてもほぼ同じであった⁴⁾。ただし、魚粉代替飼料として他の原料を使用した場合に対照区とほぼ同程度の成績を取めた場合もあり、今後も有用な魚粉代替飼料を探すことも必要である。

今回、換水率が低い時に摂餌性が低下することが判明した。水温や溶存酸素、密度など飼育条件の悪化は換水率以外にも存在する。これらの条件下で摂餌性がどのように変化するかも実際の養殖現場では重要であると思われる。

非特異的生体防御能を調べるため、白血球貪食率と貪食指数を測定した。貪食指数に有意差は無かったが、貪食率は有意に低魚粉区が低くなっていた。このことから、非特異的生体防御能が低くなっていたことが判明した。このため、今回の低魚粉飼料で飼育をおこなうときには、魚病対策により慎重になる必要がある。

要 約

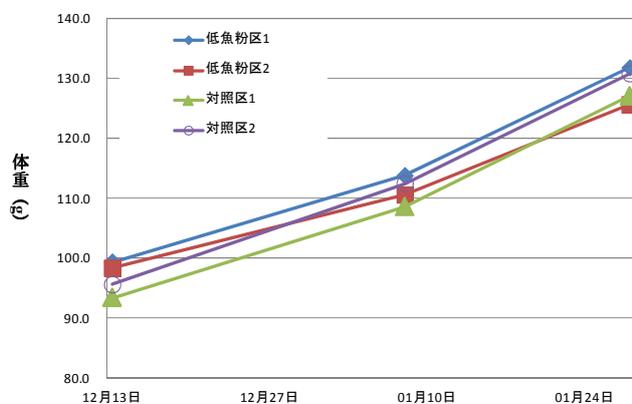
1. 低魚粉飼料での生残は良好であったが、飼料効率及び日間増重率は低下した。
2. 増肉単価は対照区 193 円/kg, 低魚粉区 169 円/kg と低魚粉区の方が 12.4%安くなった。
3. 摂餌性は、換水率が低い場合低魚粉区が悪く、換水率を改善すると有意差が無くなった。
4. 非特異的生体防御能のうち貪食率は対照区に対し有意に低魚粉区が劣った。
5. 低魚粉飼料は、成長に時間がかかるものの飼育形態によって有効な飼料と考えられた。

文 献

- 1) 日本水産資源保護協会 (1998) : 改良pondサイトキットマニュアル (平成9年度版)
- 2) 名倉盾 (2011) : ニジマスにおける低魚粉飼料評価試験. 山梨県水産技術センター事業報告書, 39, 38-41.
- 3) 大濱秀規 (2012) : 低魚粉飼料の有効性評価. 山梨県水産技術センター事業報告書, 40, 1-4.
- 4) 第37回全国養鱒技術協議会大会資料 (平成25年度)

付表1 飼育試験結果

試験区		低魚粉区1	低魚粉区2	対照区1	対照区2
飼育期間		2012年12月13日～2013年1月28日			
飼育日数		47日			
放養	尾数	30	30	30	30
	重量	2979.5	2949.4	2801.1	2866.5
	平均体重	99.3	98.3	93.4	95.6
取上	尾数	29	30	30	30
	重量	3820.6	3767.2	3809.3	3922.9
	平均体重	131.7	125.6	127.0	130.8
不明魚	尾数	1	0	0	0
給餌量	(g)	1130	1128	1090	1123
増重量	(g)	841.1	817.8	1008.2	1056.4
補正増重量	(g)	973.2	817.8	1008.2	1056.4
成長倍率	(%)	132.7	127.7	136.0	136.9
生残率	(%)	96.7	100	100	100
飼料効率	(%)	74.4	72.5	92.5	94.1
補正飼料効率	(%)	86.1	72.5	92.5	94.1
増肉係数		134.4	137.9	108.1	106.3
日間増重率	(%)	0.262	0.258	0.315	0.321
日間給餌率	(%)	1.2	1.2	1.2	1.2



付図1 平均体重の変化