

ぶどう搾り滓投与による養殖魚の品質向上

～投与濃度の検討～

名倉 盾

近年内水面のサケ科魚類養殖は、魚粉の高騰による生産原価の上昇や、消費の低迷により経営が不安定になっている。その対策として販売単価を上昇させるため、いわゆるブランド化や異種交配魚によって地域特産魚¹⁻³⁾が盛んに養殖されるようになってきている。ブランド化を推進するためには、いかにその地域に結びついたストーリーを背景に持つかが重要となっている。

そこで、平成 23 年度には山梨県で多く生産されるぶどうおよびワインに注目し、ワインを搾った残りのぶどうの皮(未加工)を飼料に混合することによって、どのような特性が得られるかを検討した⁴⁾。今年度は、実用化を念頭にぶどうの搾り滓を乾燥粉碎したものを飼料に混合して投与し、影響を検討した。

材料及び方法

ぶどう搾り滓の品種選定

ぶどうの品種によりブドウの搾り滓が配合飼料用の原料として適するかを調べるために、山梨県果樹試験場から入手した赤ワイン用品種 2 種類 (甲斐ノワール, カベルネソービニヨン) 白ワイン用品種 2 種類 (甲州, シャルドネ) を試験に供した。熱乾燥器を用いてそれぞれを 70°C で乾燥させ、水分含量を測定した。水分含量は常圧乾燥法を用いて測定した⁵⁾。

乾燥後の各ぶどう搾り滓を 80% エタノールで加熱還流抽出後、フォリンチオカルト法により総ポリフェノール量を測定した。乾燥は (株) 渡邊商会に委託して実施した。

供試魚及び飼育方法

乾燥後粉碎したぶどう搾り滓を乾燥重量で 1% と 5% 配合した実験区 (以降 1% 区および 5% 区) および市販のプロアントシアニン純末である KPA-F (株 MHB 製) を 5% 区と同量になるように配合した KPA-F 区、餌になにも配合しなかった対照区を設定し、それぞれ 2 区で試験を実施した。

供試魚には当所産ニジマスを使用した。平均体重 51.8g のニジマスを容量 300 リットルの円形水槽 8 槽に各 40 尾収容した。

飼育は 12°C の井水を使用し、平成 24 年 10 月 26 日～平成 25 年 1 月 22 日まで 86 日間行った。2 週間に 1 度水槽のローテーションを行った。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調整した。給餌は、1 日 2 回週 5 日間行った。

飼育試験に用いた餌に配合したぶどうの搾り滓は (合) LLC 明野市場に委託して乾燥・粉碎を行った。

試験飼料の作成は、配合飼料 (商品名パフクリーン HR6 号, アスタキサンチン入り) を均質機 (Waring blender, Model. 31BL91) を用いて粉碎してぶどうの搾り滓を配合し原料の 40% 量の水で練った後に棒状に伸ばして、乾熱滅菌機内 60°C で約 1 晩加熱乾燥させた後、3mm 程度のサイズに切り分けた。試験用飼料作成の基となった飼料の原材料配合割合を表 1 に示す。

2 週間毎に全群の体重測定を行い、1 か月毎に全個体の魚体重を計測した。試験開始 2 か月後と試験終了時に標準体長を測定し、肥満度を算出した。給餌量から飼料効率及び日間増重率を算出した。

1 月 9 日から 9 日間給餌開始～摂餌終了までかかる時間を測定した。

得られた値を用いて試験区間の差を多重比較検定 (Tukey-Kramer 法) により判定した。

Nagura Jun

肉質の評価

飼育終了後に、一般栄養成分（エネルギー、水分、たんぱく質、脂質、炭水化物、灰分）、筋肉のアミノ酸量(加水遊離)、脂肪酸組成、不飽和脂肪酸量、抗酸化能（ORAC）、硬直指数、筋肉のpH、筋肉の色を測定した。

一般栄養成分のうち、水分は常圧加熱乾燥法、たんぱく質はケルダール法(係数6.25)、脂質はソックスレー抽出法、灰分は直接灰化法で分析を行った。アミノ酸はトリプトファン以外についてアミノ酸自動分析法、トリプトファンについては高速液体クロマトグラフ法で分析した。脂肪酸類についてはガスクロマトグラフ法、抗酸化能はORACについて蛍光測定法を用いて分析した。硬直指数は尾藤らの方法によって各区5尾測定した⁶⁾。試験魚の脳付近を棒で殴打し、即殺した後に鰓部分から包丁を入れて脊椎骨を切断し飼育水中で20分間血抜きを行った後、4°Cに調整したインキュベーター内に貯蔵した。測定は、魚体の2分の1を水平な台の上に置き、はみ出した半身の垂下長（L）と、死後直後の垂下長（L0）から次式（硬直指数＝ $(L0-L) / L0 \times 100$ （%））により硬直指数を求めた。

筋肉のpHは、pHメーター（PHasion C-73）を用い、電極を筋肉部（肩）に直接差し込んで各区5尾測定した。

筋肉の色は、背びれ後部あたりの筋肉をカラーチャート（QPCARD201）とともに写真撮影し、ホワイトバランスを調整した後にPhotoshopCS6のLabモードで101×101ピクセルの平均のL(明度)、a(赤み)、b(黄色み)を測定した。

筋肉の一般栄養成分、アミノ酸量、脂肪酸組成、不飽和脂肪酸量、抗酸化能（ORAC）は（財）食品分析開発センターSUNATECに委託して分析を行った。

水産技術センター忍野支所職員6名に刺身を食してもらい評点法で官能試験を実施した。

非特異的生体防御能の評価

飼育終了後に白血球貪食能をポンドサイトキットの方法によって測定した⁵⁾。測定後、次式（貪食率＝貪食している白血球数/観察した白血球数×100、貪食指数＝貪食されたザイモサンの数/貪食している白血球数）により貪食率、貪食指数を求めた。

表1 試験に用いた飼料の原材料配合割合

原材料の区分	配合割合（%）	原材料名
動物性飼料	43	魚粉
穀類	30	小麦粉、エクストルーダー処理大豆
植物性油かす類	17	大豆油かす、コーングルテンミール
そうこう類	5	米ぬか
その他	5	精製魚油、飼料用酵母、クマザサ粉末、リン酸カルシウム、食塩、植物性油脂

結果

ぶどう搾り滓を乾燥させた結果、白ワイン品種の甲州・シャルドネは水分含量が20%程度残ったうえに、糖度も高いため乾燥後もねっとりとした状態で粉碎できなかった。赤ワイン品種は水分含量が9%程度であり、粉碎も容易であった(表2)。

乾燥ぶどう搾り滓から総ポリフェノール量を測定したところ、甲斐ノワール 1,458mg/100g、カベルネソービニオン 1,341mg/100g、甲州 1,263mg/100g、シャルドネ 857mg/100gであった(表2)。この結果により水分が少なくポリフェノール量の多い甲斐ノワールを以後の試験に用いた。

表2 ぶどう搾り滓の水分含量と乾燥後の歩留まり (%)

ぶどう品種	総ポリフェノール量 (mg/100g)	水分含量 (%)	歩留まり率 (%)
甲斐ノワール	1,422	9.0	38.7
カベルネ・ソーヴィニヨン	1,251	9.1	31.6
甲州	1,175	19.4	29.2
シャルドネ	874	22.8	22.9

作成した飼料の外観は、5%区のみ若干色が濃かったが、その他の餌はどれも見分けがつかない状態であった。各試験区の体重の推移を図1に示す。試験中に5%区で1尾の死亡があった。摂餌はどの区も良好であった。

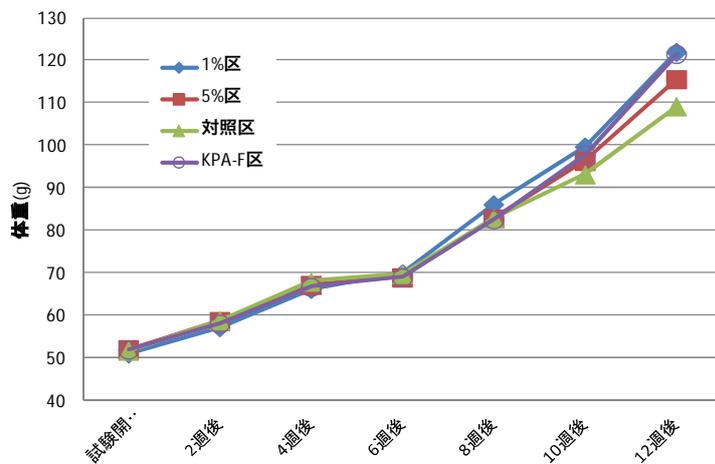


図1. 体重の推移

対照区と比較して、1%区は終了時平均体重・飼料効率・日間増重率および肥満度で有意差があった(各々 $p=0.0002$, $p=0.022$, $p=0.034$, $p=0.0092$)。KPA-F区は終了時平均体重と飼料効率・肥満度に差があった(各々 $p=0.004$, $p=0.038$, $p=0.0066$)。1%区が終了時平均体重・日間増重率・飼料効率共に最も良い結果となった(表3)。

筋肉の一般栄養分析結果を以下に示す(表4)。1%区、5%区、KPA-F区共に対照区よりも脂質が多く、水分量が少ない傾向が見られたが、その他の成分についてはいずれの試験区も対照区との間に大きな差は観察されなかった。

表3 ブドウ搾り滓配合飼料による飼育試験結果

試験区	対照区	1%内添区	5%内添区	KPA-F区
開始時平均体重 (g)	51.8	51.2	52.2	52.1
終了時平均体重 (g)	109.3	122.1	115.7	121.6
日間増重率 (% / da)	0.40	0.48	0.43	0.45
飼料効率 (%)	45.9	57.0	50.6	54.5
肥満度	17.0	17.9	17.2	18.0

網掛け部は対照区との間に有意差あり ($p<0.05$)

表4 筋肉の一般栄養成分分析結果

	対照区	1%内添区	5%内添区	KPA-F区
エネルギー	-	-	-	-
水分 (g/100g)	76.6	75.8	75.6	75.6
たんぱく質 (g/100g)	20.2	20	19.6	20.1
脂質 (g/100g)	2.7	4.1	3.9	4.1
炭水化物 (g/100g)	-	-	-	-
灰分 (g/100g)	1.5	1.5	1.5	1.6

アミノ酸の分析結果を以下に示す(加水(表5), 遊離(表6))。

加水分解によるアミノ酸量は対照区が最も多かった。遊離アミノ酸量では5%区が最も多かった。

表5 筋肉中のアミノ酸組成(加水)

単位mg/100g

	1%区	5%区	対照区	KPA-F区
アルギニン	-	1	4	-
リジン	3	29	13	1
ヒスチジン	72	64	65	58
フェルアラニン	4	5	3	4
チロシン	3	5	3	3
ロイシン	5	8	5	5
イソロイシン	2	4	3	2
メチオニン	4	7	4	4
バリン	6	9	6	6
アラニン	33	37	29	35
グリシン	128	130	130	118
プロリン	5	6	3	4
グルタミン酸	13	12	14	9
セリン	-	-	3	-
スレオニン	5	10	8	6
アスパラギン酸	-	-	4	-
トリプトファン	1	2	-	1
シスチン	-	-	-	-
計	284	329	297	256

表6 筋肉中のアミノ酸組成(遊離)

単位mg/100g

	1%区	5%区	対照区	KPA-F区
アルギニン	1,130	1,120	1,190	1,180
リジン	1,690	1,710	1,780	1,720
ヒスチジン	477	476	504	477
フェルアラニン	776	772	805	794
チロシン	614	626	657	631
ロイシン	1,460	1,460	1,520	1,490
イソロイシン	741	777	798	765
メチオニン	627	623	640	615
バリン	864	891	928	894
アラニン	1,140	1,130	1,170	1,200
グリシン	1,160	1,140	1,180	1,280
プロリン	673	669	700	728
グルタミン酸	2,660	2,650	2,780	2,740
セリン	785	769	815	821
スレオニン	845	841	876	870
アスパラギン酸	1,870	1,850	1,950	1,920
トリプトファン	191	197	203	189
シスチン	209	219	228	211
計	17,912	17,920	18,724	18,525

脂肪酸組成(表7), 不飽和脂肪酸総量, ドコサヘキサエン酸(以下DHA)量, エイコサペンタエン酸(以下EPA)量(表8), 抗酸化能(ORAC)(表9)を以下に示す。脂肪酸組成は大きな違いは見られなかった。不飽和脂肪酸量, DHA量は, KPA-F区>1%区>5%区>対照区の順に多く, EPA量はKPA-F区=1%区=5%区>対照区となった。抗酸化能に大きな差は無かった。

表7 筋肉中の脂肪酸組成(%)

	1%区	5%区	対照区	KPA-F区
デカン酸	0	0	0	0
ラウリン酸	0	0	0	0
ミリスチン酸	3.2	2.9	2.9	3.2
ミリストレイン酸	0	0	0	0
ペンタデカン酸	0.4	0.3	0.4	0.4
ペンタデセン酸	0	0	0	0
パルミチン酸	21.8	21.1	20.6	22.3
パルミトレイン酸	5	4.7	4.2	5
ヘプタデカン酸	0.4	0.4	0.4	0.4
ヘプタデセン酸	0	0	0	0
ステアリン酸	5.9	5.5	5.5	5.6
オレイン酸	20.4	20.1	18.6	20.1
リノール酸	15.5	16.1	16.3	15.3
リノレン酸	1.7	2	1.9	1.9
アラキジン酸	0.2	0.2	0.1	0.2
イコセン酸	2	2.1	2	2
イコサジエン酸	1.3	1.2	1.2	1.2
イコサトリエン酸	0.5	0.5	0.5	0.5
アラキドン酸	1	1	1.1	1
エイコサペンタエン酸	3.5	3.8	4.1	3.6
ベヘン酸	0.1	0	0.1	0.1
ドコサジエン酸	0	0	0	0
ドコサヘキサエン酸	17.1	18	20	17.1
リグノセリン酸	0	0.1	0.1	0.1

表8 筋肉中の不飽和脂肪酸総量, DHA, EPA 量 (g/100g)

	対照区	1%内添区	5%内添区	KPA-F区
不飽和脂肪酸総量	1.59	2.19	2.02	2.32
ドコサヘキサエン酸	0.51	0.62	0.58	0.65
エイコサペンタエン	0.1	0.12	0.12	0.12

表9 抗酸化能 ($\mu\text{mole TE/g}$)

	対照区	1%区	5%区	KPA-F区
ORAC総量	6	5	6	6
ORAC (親水性)	6	5	6	6
ORAC (親油性)	-	-	-	-

硬直指数の経時変化を見たところ、対照区との間に1%区では72時間後、KPA-F区では72時間～93時間後に有意差があった ($p < 0.05$) (図2)。完全硬直に達するまでの時間はKPA-F区 > 1%区 > 5%区 > 対照区であった (表10)。

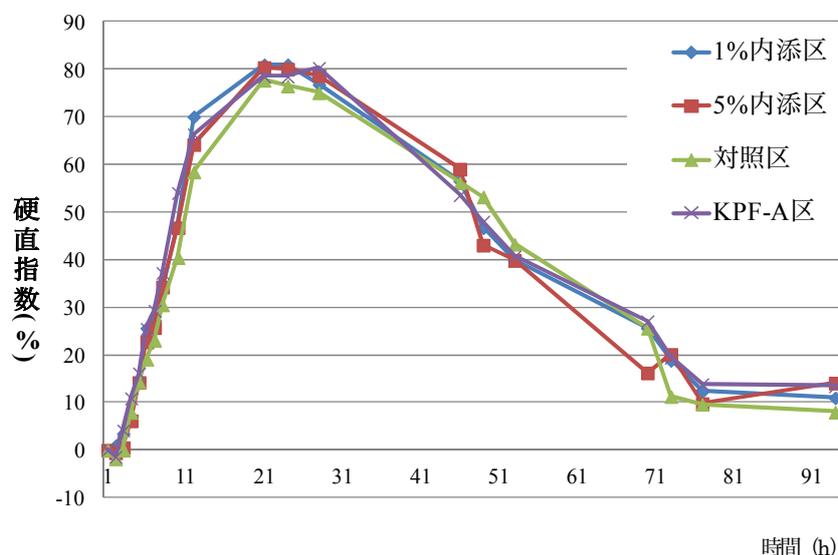


図2 硬直指数の経時変化

表10 完全硬直までの時間 (h)

1%区	23.9
5%区	22.9
対照区	22.6
KPA-F区	27.2

筋肉の pH は、死亡直後に pH7.15 程度だったものが徐々に低下し、3～4 時間後に最低値を示し、その後緩やかに上昇した後に、48 時間後から再び下降に転じた (図3)。対照区は他の試験区と比較して不安定な値を示した。72 時間後まで計測したが有意差は無かった。

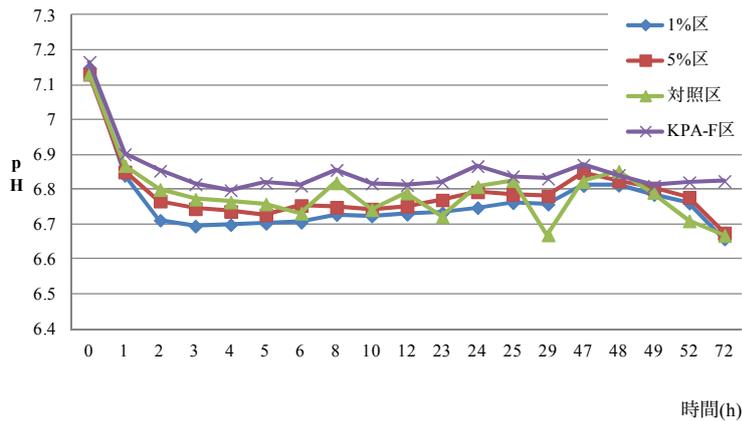


図3 筋肉 pH の経時的変化

筋肉の色についてL値(明度)は対照区と比較してKPA-F区が有意に低くなった ($p=0.038$) (図4)。

a値(赤み)とb値(黄色み)は対照区と比較して1%区が有意に高くなった(各々 $p=0.0071$, $p=0.01$)が(図5), KPA-F区のb値については有意に低い値になった ($p=0.048$) (図6)。

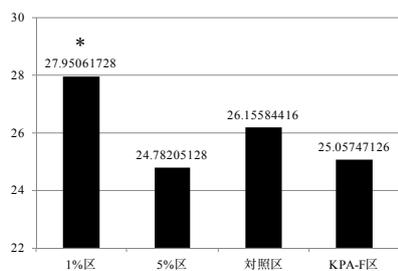


図4 筋肉のL値(明度)

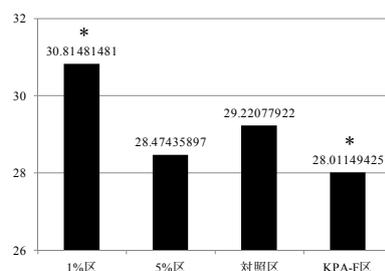


図5 筋肉のa値

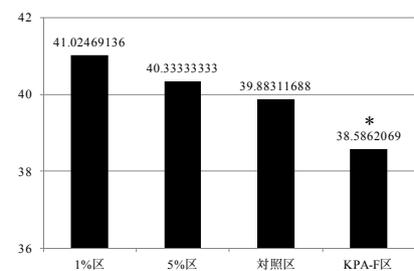


図6 筋肉のb値

*印は対照区との間に有意差あり ($p<0.05$)

白血球の貪食率は, 1%区, 5%区, KPA-F区共に対照区に対して有意に高くなったが(各々 $p=0.001587$, $p=0.03939$, $p=0.01127$) 貪食指数はいずれの区も有意差が無かった(表11)。

表11 白血球貪食率と貪食指数

	1%区	5%区	対照区	KPA-F区
貪食率 (%)	65.6	47.5	30.6	47.5
貪食指数	2.25	2.24	1.91	2.45

網掛け部分対照区と比較して有意差あり ($p<0.05$)

6名による官能試験の結果、1%区>5%区>対照区>KPA-F区の順に評点が良かった(表12)。

表12 官能試験結果(生食)

	1%区		5%区		対照区		KPA-F区	
	評点	平均	評点	平均	評点	平均	評点	平均
美味しさ	24	4.00	23	3.83	23	3.83	20	3.33
旨味	23	3.83	23	3.83	23	3.83	20	3.33
臭い	21	3.50	21	3.50	19	3.17	19	3.17
舌触り	22	3.67	19	3.17	20	3.33	20	3.33
歯ごたえ	20	3.33	21	3.50	21	3.50	20	3.33
色	25	4.17	19	3.17	12	2.00	9	1.50
計	135		126		118		108	

考 察

ブドウ搾り滓4品種を乾燥させた結果、白ワイン用の2品種は乾燥後も水分が残り粘度が高かったため、使用に適さなかった。これは、白ワインは果汁を得るために压榨しないのに対し、赤ワインは発酵後に压榨して搾り取るため、ブドウ搾り滓そのものに水分が少ないことと糖分がアルコール発酵により消費されていることに対し、白ワインは発酵前に果汁を搾るために糖分が多く残っていることが原因と考えられた。齊藤らによると、糖濃度は白ワイン用品種の方が赤ワイン品種より20倍以上高いとされており、今回の粘度も高い糖分濃度が原因と考えられた⁸⁾。

ブドウ搾り滓中の総ポリフェノール量は、甲斐ワール>カペルネソービニオン>甲州>シャルドネの順に多くなった。

以上により赤ワイン品種のブドウ搾り滓が飼料作成に適していると判断された。

作製した飼料で飼育を行った結果、飼育成績において終了時平均体重(1%区、5%区、KPA-F区)や飼料効率(1%区、KPA-F区)・日間増重率(1%区)に有意差が認められた。海産魚でポリフェノールによるブランド化を図っている事例では、平均体重や飼料効率に差が出ることは無く、カボスでは投与量によって成長が遅れることが報告されている⁹⁾¹⁰⁾。淡水でもアユに柿ワイン残渣を給餌した研究においても成長に有利な報告は見られていない¹¹⁾。また同じニジマスとブドウ搾り滓を使用した昨年の試験結果でも成長に有意差は見られていない。海水魚とは生理や添加方法、アユとは基本的な餌の要求量などが異なるために結果を一概に比較することは難しいものの、昨年と結果が異なったことは興味深い。ニジマスはセルロースを分解できないが、ブドウ搾り滓を乾燥・粉碎することで細胞壁を破壊し含有成分を吸収しやすくなったことが昨年との違いを生じた原因ではないかと考えられた。1%区と5%区を比較して、1%区の方が日間増重率・飼料効率で優れていた原因としては5%区は餌中のブドウ搾り滓の配合量が多かったことから粗たんぱく質含量が1%区に比較して4%分減っていたためではないかと考えられた。ブリにカボス粉末を添加した餌を給餌した例でも配合量を多くすると成長が遅れることが確認されている⁹⁾。このことから成長の面ではブドウ搾り滓を1%添加することが有望であると考えられた。

栄養面をみると、筋肉の基礎栄養成分に大きな差は見られなかったが、1%区、5%区、KPA-F区共に対照区よりも脂質が多く、水分量が少ない傾向が見られた。加水分解によるアミノ酸量は対照区が最も多く、それとは逆に遊離アミノ酸量では1%区、5%区の方が多かった。加水分解によるアミノ酸量は筋肉中の栄養素、遊離アミノ酸量は呈味成分としてのアミノ酸量を示している。加水分解によるアミノ酸量が対照区で多くなったのはサンプル量100gと比較した場合、脂肪量が少なかったために相対的にアミノ酸量が多くなったと考えられた。

遊離アミノ酸量は5%区が最も多い結果となった。

水産技術センター職員6名により官能検査を実施したところ、1%区>5%区>対照区>KPA-F区となり、遊離アミ

ノ酸量の多さと一致しなかった。味の決定要因はアミノ酸以外にもあり、特に対照区は脂質が少なかったことも原因として考えられた。また、官能検査の人数が少なかったこともあり、官能検査についてはもっと試食する人数を増やして確認する必要がある。

脂肪酸組成に大きな違いは見られなかった。不飽和脂肪酸の総量と DHA 量は、KPA-F 区>1%区>5%区>対照区の順に多く、EPA 量は KPA-F 区=1%区=5%区>対照区となり、対照区と比較してポリフェノール入りの餌を与えた試験区の方が高い傾向が見られた。ブリの餌にカボスを混ぜるとポリフェノール等の影響で脂の質が変わる⁹⁾、プロアントシアニジンにより飼料中の EPA・DHA が魚体内に温存されるとされており¹²⁾、今回も同様の影響があったと考えた。ORAC 法による抗酸化能は違いが見られなかったが、硬直指数や色調について有意差が認められた。ハマチにオリーブ葉入り飼料を食べさせた例やブリにカボス入り飼料を食べさせた例でも変色防止や鮮度維持効果が認められており、ポリフェノールの影響であると考えられている⁹⁻¹⁰⁾。硬直指数が下がりにくいということは鮮度が維持されているということであり、ニジマスでも鮮度維持の効果があつたと考えられた。

身の色については、1%区で対照区より良かったが、逆に KPA-F 区では L 値 (明度) と b 値 (黄色み) が劣る結果となった。5%区では対照区と有意差が無かった。プロアントシアニジンとアスタキサンチンを餌に混ぜて投与すると、鮭鱒類の身色はオレンジレッドを呈するとされている¹²⁾。今回の試験飼料にも両者が混合して入っており、その効果により 1%区で効果的に色上がりが良かったと考えられた。1%区よりもポリフェノール量が多い 5%区、KPA-F 区の色揚げが悪かった理由は不明である。

白血球貪食率と貪食指数を用いて非特異的生体防御能を測定した結果、貪食率は、1%区、5%区、KPA-F 区のポリフェノール入り飼料を給餌した試験区は全て対照区よりも有意に高くなった。その一方で、貪食指数については有意差がなかった。貪食率が高くなっていたことで、疾病に対する予防効果が期待できると考えられた。

日本の各地でブランド化したマス類が販売されており、全てのブランドマスは大型サイズで流通している。当試験では小型魚を用いて試験を実施したため、当試験結果を大型サイズで普及する希望があれば 1kg サイズ以上の個体を用いた大型魚においても効果があるか検証する必要がある。そのため平成 25 年度には大型魚を用いて試験を実施予定である。

今回の試験では、全試験区において飼料効率が 43%~53%と良くなかった。ほぼ同サイズの供試魚を用いた低魚粉飼料の試験においても低魚粉区で 73.5%、対照区では 93.3%の飼料効率であった¹³⁾。低魚粉試験は魚粉配合率が 30%と、今回使用した餌と比較して 13%程度魚粉配合率が低い餌を使用しているが、それと比較しても低い値となっている。今回は市販飼料を粉碎した後に再加熱して試験飼料を製造しており、飼料の形成過程において何か問題があつたのかもしれない。大型魚用の餌は飼料工場で作成する予定であり、市販飼料と同様の飼料作成工程を経て作製されるため飼料形成過程での問題発生は回避できると思われる。

要 約

1. ブドウ搾り滓入り (1%, 5%), ポリフェノール入りの飼料を作成し、飼育試験を行った。
2. ブドウ搾り滓入り (1%, 5%), ポリフェノール入りの飼料を対照区と比較したところ 1%区で終了時平均体重、日間増重率、飼料効率ともに対照区と有意差があり、5%区で終了時平均体重、KPA-F 区で終了時平均体重・飼料効率で有意差があつた。
3. 脂肪酸組成は大きな違いは見られなかった。不飽和脂肪酸量、DHA 量は、KPA-F 区>1%区>5%区>対照区の順に多く、EPA 量は KPA-F 区=1%区=5%区>対照区となった。
4. 硬直指数の経時変化を見たところ、対照区との間に 1%区では 72 時間後、KPA-F 区では 72 時間~93 時間後に有意差があつた。
5. 筋肉の色について L 値(明度)は対照区と比較して KPA-F 区が有意に低くなり、a 値と b 値は対照区と比較して 1%

区が有意に高くなったが、KPA-F 区の b 値は有意に低い値になった。

6. 非特異的防御能として白血球貪食率を測定したところ、1%区、5%区、KPA-F 区共に対照区より有意に高い値を示した。

文 献

- 1) 沢本良宏・傳田郁夫・小原昌和・細江 昭・河野成実・降幡 充 (2005) : ニジマス四倍体との交雑による異質三倍体の作出. 平成 15 年度長野県水産試験場研究報告, 7,1-9.
- 2) 井熊孝男 (2008) : 「魚沼美雪ます」デビューしました!. みなも第 42 号.
- 3) 渡邊長生・阿久津智美 (2009) : ヤシオマス品質改善試験ーおいしい! たべたい! 「とちぎの魚」づくりを目指してー. 栃木県水産試験場研究報告第 52 号, 69-71.
- 4) 名倉盾 (2012) : ブドウ搾り滓を利用した新ブランド魚の開発. 山梨県水産技術センター事業報告書第 40 号, 5-7.
- 5) 日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会 編 (1997) : 新・食品分析法. 5-9.
- 6) 尾藤方通・山田金次郎・三雲泰子・天野慶之 (1983) : 魚の死後硬直に関する研究, 改良法による魚体の死後硬直の観察. 東海区水産研究所研究報告 109, 89-96.
- 7) 日本水産資源保護協会 (1998) : 改良ポンドサイトキットマニュアル (平成 9 年度版)
- 8) 齊藤美貴・橋本卓也・小嶋匡人・長沼孝多・木村英生・吾郷健一・森智和 (2010) : 発酵食品残渣の有効活用に関する研究 (第 1 報), 山梨県工業技術センター研究報告 No.24, 43-147.
- 9) 大石隆史・松井崇憲・森京子 (2009) : 養殖魚ブランド化支援技術開発研究, 大分県農林水産研究センター事業報告書, 97-100.
- 10) 大山憲一 (2010) : オリーブ葉粉末の養殖ハマチへの投与効果, 養殖 8 月号, 58-60.
- 11) 桑田知宣 (2012) : 柿ワイン残渣の投与による養殖アユの品質改善研究, 岐阜県河川環境研究所研究報告 57 号, 14-18.
- 12) 崎浦利之 (2004) : 養魚を革新するプロアントシアニジン, 養殖 7 月号, 17-23.
- 13) 名倉盾 (2013) : 低魚粉飼料の有効性評価 2. 山梨県水産技術センター事業報告書第 41 号 1-4.