

山梨県の新たな地域特産魚「富士の介」の肉質評価

平塚 匡・三浦 正之

マス類養殖業においては、魚粉価格の変動による飼料代の高騰や景気低迷によるレジャー産業での需要減少、魚離れによる消費の低迷等により、その経営は厳しいものとなっている。このような状況の中、近年では長野県の信州サーモン¹⁾や愛知県の絹姫サーモン²⁾をはじめとするバイテク技術等を用いて生産された付加価値の高いマス類、いわゆる“スペシャル・トラウト²⁾”の開発が各地で盛んに行われ、輸入鮭鱒や通常のニジマスと差別化された地域ブランド食材としての地位を確立している。本県においても、生産コストに比して付加価値が高い地域特産魚の開発が求められてきた。

山梨県水産技術センター忍野支所では、これまで付加価値の高い新たな地域特産魚の開発を目指し、ニジマス *Oncorhynchus mykiss* 雌とマスノスケ *Oncorhynchus tshawytscha* 偽雄を交配した全雌異質三倍体を出し、成長や低酸素耐性等の特性を調べてきた³⁻¹⁰⁾。平成 28 年 12 月には、水産庁から本交配種（ニジマス雌×マスノスケ偽雄の全雌異質三倍体）の特性評価による利用承認が得られ、平成 29 年 11 月に名称公募を経て「富士の介」と正式に命名された。

今回は、今後のブランディング等への活用が期待できる富士の介の肉質の特徴を科学的に検証するため、ニジマスを比較対照として、両種の肉質成分や食味等について比較したので、その結果を報告する。

材料及び方法

供試魚

富士の介及び全雌三倍体ニジマス（以下、全雌ニジマス 3n）の 4 年魚（2013 年作出群、平均体重約 2,500g）を供試魚として使用した。肉質の差を正確に比較するため、両種の飼育条件はできる限り統一して試験まで飼育を行った。

飼育は水温 12.5℃の地下水をかけ流し、市販の配合飼料を手撒きで 1 日 3 回、概ね週 5 日間給餌しながら行った。給餌量はライトリッツの給餌率表¹¹⁾を基準に摂餌状況を確認しながら各群で残餌が出ないように適宜調整し、このとき各群の給餌率は同一となるようにした。また、給餌率の補正は概ね月 1 回、各群の総重量を測定した際に行った。

肉質成分分析（一般栄養成分、遊離アミノ酸、脂肪酸組成、核酸関連物質）

各群の平均体重が揃うように 5 尾ずつ選別し、これらを供試魚として筋肉における一般栄養成分等进行分析した。供試魚は、取り上げ後、即殺・脱血処理し、約 1 時間氷水中で氷冷した。その後、個体別に体重、全長、体長を測定した後、三枚におろし、側線より上側の背側筋肉を採取して肉質分析に供した。採取した筋肉は即座に真空パックし、約 24 時間冷蔵後、試験に供するまで -20℃で保存した。一連の作業は、富士の介と全雌ニジマス 3n を交互に処理することで、処理時間等による種間差が出ないようにした。なお、筋肉の一般栄養成分（エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、ナトリウム、食塩相当量、水分、灰分）、遊離アミノ酸 20 種、脂肪酸組成、核酸関連物質（イノシン酸、グアニル酸）の分析は、日本ハム株式会社 中央研究所に委託した。

官能評価

各群の平均体重が揃うように 10 尾ずつ選別し、これらを供試魚として官能評価を行った。供試魚は、取り上げ後、即殺・脱血処理し、約 1 時間氷水中で氷冷した。その後、個体別に体重、全長、体長を測定した後、三枚におろし、左側半身の側線より上側の背側筋肉を採取して試験に供した。採取した筋肉は即座に真空パックし、試験に供するまで冷蔵保存した。一連の作業は、富士の介と全雌ニジマス 3n を交互に処理することで、処理時間等による種間差が出ないようにした。なお、食味試験は供試魚を締めてから約 24 時間後に行った。

官能評価は、パネリスト 16 人により行い、肉の色（薄い - 濃い）、うま味（弱い - 強い）、後味（弱い - 強い）、脂ののり（脂がのっていない - 脂がのっている）、歯ごたえ（歯ごたえがない - 歯ごたえがある）、舌触り（なめらかでない - なめらかである）の 6 項目に関して採点法で評価した。評価方法は、対照を 0 点としたときの比較対照の評価を -3 ~ +3 点の 7 段階で評価させた。さらに、アンケート項目として上品だと感じた検体についても選択させた。各検体は厚さ約 5mm の切り身にし、各パネリストには両検体ともほぼ同じ部位になるように提供した。食味試験はブラインドで行い、醤油等何もつけない刺身で評価した。また、評価は両種を一对一で比較するため、供試魚の体重は両種でできる限り揃うように組み合わせた。なお、官能評価による食味の評価は、一般財団法人 日本食品分析センターに委託して実施した。

味覚センサーによる味分析

富士の介と全雌ニジマス 3n における味を客観的に数値化し、比較するため、味認識装置を用いた味の分析を行った。具体的には、5 種類の味覚センサーを用い、先味 5 項目（酸味、苦味雑味、渋味刺激、旨味、塩味）及び後味 3 項目（苦味、渋味、旨味コク）を測定した。検体は官能評価と同一サンプルとするため、官能評価の前半 5 試験で採取した右側半身の背側筋肉を使用した。なお、味覚センサーによる味の分析は、一般財団法人 日本食品分析センターに委託して実施した。

脂質分析

前述の一般栄養成分分析の中で各群 5 尾ずつの脂質分析を行ったが、さらに 5 尾ずつ脂質分析を行った。検体は官能評価の後半 5 試験で採取した右側半身を使用し、一般栄養成分分析と同様の部位になるように調整した筋肉を分析に供した。分析結果については、一般栄養成分分析の脂質の結果と併せて記載した。なお、追加の脂質分析は、一般財団法人 日本食品分析センターに委託して実施した。

肉色判定

両種の筋肉における肉色を比較するため、肉質成分分析及び官能評価のサンプル採取前に、背鰭下や尾側の部位において *Salmo Fan*TM Lineal（DSM 社製のサケ・マス類肉色判定専用カラーチャート、以下、サーモファン）を用いた肉色判定を行った。

結果

肉質成分分析（一般栄養成分、遊離アミノ酸、脂肪酸組成、核酸関連物質）及び脂質分析

肉質成分分析に使用した供試魚の測定結果を表 1 に示した。追加で実施した脂質分析に用いた供試魚は官能評価（後半 5 試験）と同一のため、測定結果は表 8 に示す。分析に供した 2 魚種間の平均体重にいずれも差は認められなかった（ウェルチの t 検定、以下 t 検定、 $p > 0.05$ ）。また、両種の筋肉を用いた各種分析結果について、一般栄養成分を表 2、遊離アミノ酸を表 3、脂肪酸組成を表 5、核酸関連物質を表 6 に示した。

一般栄養成分については、脂質において富士の介が 3.8g/100g で、全雌ニジマス 3n の 2.7g/100g より有意に値が

高かった(t検定, $p < 0.05$)。また, ナトリウムにおいては全雌ニジマス 3n が 24.8mg/100g で, 富士の介の 21.6mg/100g より有意に値が高かった (t 検定, $p < 0.01$)。その他の成分においては両種の間には差は認められなかった (t 検定, $p > 0.05$)。

遊離アミノ酸については, アスパラギン酸, セリン, グルタミン酸及びアラニンにおいて, 全雌ニジマス 3n より富士の介で有意に値が高かった (t 検定, $p < 0.05$, アラニンのみ $p < 0.01$)。リジンにおいては, 富士の介より全雌ニジマス 3n で有意に値が高かった (t 検定, $p < 0.05$)。筋肉 100g 中に含まれる総遊離アミノ酸量を算出したところ, 全雌ニジマス 3n が 237.4mg と富士の介の 207.2mg より有意に高い値となった (t 検定, $p < 0.05$)。さらに, 各遊離アミノ酸が示す呈味に基づき, 甘味系, 苦味系, うま味系の 3 つのグループに分類¹²⁾した結果を表 4 に示す。苦味系アミノ酸では, 全雌ニジマス 3n が 109.2mg/100g と富士の介の 84.8mg/100g より有意に高い値となった (t 検定, $p < 0.05$)。一方, うま味系アミノ酸では, 富士の介が 10.6mg/100g と全雌ニジマス 3n の 6.8mg/100g より有意に高い値となった (t 検定, $p < 0.05$)。甘味系アミノ酸については, 2 魚種間での差は認められなかったが (t 検定, $p > 0.05$), 全雌ニジマス 3n で若干高い値となった。

脂肪酸組成については, 両種ともに筋肉中に含まれる割合はオレイン酸 C_{18:1} が最も多く, 次いでパルミチン酸 C_{16:0}, ドコサヘキサエン酸 C_{22:6} となっていた。なお, 組成比は 2 魚種間で大きな差は認められなかった。

核酸関連物質においては, イノシン酸で全雌ニジマス 3n が 317.4mg/100g と富士の介の 256.8mg/100g よりも有意に高い値であった (t 検定, $p < 0.01$)。グアニル酸については, 2 魚種間で差は認められなかった (t 検定, $p > 0.05$)。

表1 肉質成分分析用供試魚測定結果

	全長(mm)	体長(mm)	体重(g)
富士の介	568.4±13.0	506.4±9.4	2,585±113.7
全雌ニジマス3n	555.6±7.2	498.2±4.4	2,572±84.0

※1 数値は5尾の平均±標準偏差

表2 両種筋肉における一般栄養成分

	富士の介	全雌ニジマス3n
エネルギー (kcal/100g)	126.0±9.3	119.8±6.0
水分 (g/100g)	71.8±0.8	72.5±0.6
たんぱく質 (g/100g)	23.1±0.4	22.9±0.3
脂質 (g/100g)	3.8±0.9*	2.7±0.9
炭水化物 (g/100g)	0.0±0.0	0.1±0.2
灰分 (g/100g)	1.4±0.0	1.4±0.0
ナトリウム (mg/100g)	21.6±1.1	24.8±0.8**
食塩相当量 (g/100g)	0.1±0.0	0.1±0.0

※1 数値は平均±標準偏差。なお, 脂質は10尾分(脂質分析の5尾分含む), その他は5尾分の分析結果。

※2 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (ウェルチのt検定)

表3 兩種筋肉における遊離アミノ酸量 (mg/100g)

		富士の介	全雌ニジマス3n
アスパラギン酸	Asp	2.2±0.4*	1.4±0.5
スレオニン	Thr	9.8±2.7	9.8±2.2
セリン	Ser	5.4±1.9*	2.6±0.5
アスパラギン	Asn	-	-
グルタミン酸	Glu	8.4±1.1*	5.4±2.6
グルタミン	Gln	-	-
プロリン	Pro	3.4±0.5	3.6±1.1
グリシン	Gly	29.0±6.7	40.4±12.7
アラニン	Ala	33.2±3.6**	20.0±2.7
バリン	Val	7.0±1.6	9.6±4.2
シスチン	Cys	-	-
メチオニン	Met	3.2±0.4	4.4±1.5
イソロイシン	Ile	4.0±0.7	5.8±2.9
ロイシン	Leu	6.4±1.1	9.4±4.4
チロシン	Trp	4.8±1.9	4.6±0.9
フェニルアラニン	Phe	3.4±0.9	4.4±1.1
ヒスチジン	His	55.2±14.3	68.8±34.3
リジン	Lys	26.2±9.5	40.4±9.4*
トリプトファン	Trp	-	0.6±0.9
アルギニン	Arg	5.6±1.7	6.2±1.3
総遊離アミノ酸量		207.2±21.4	237.4±16.4*

※1 数値は5尾の平均±標準偏差

※2 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (ウエルチのt検定)

表4 遊離アミノ酸の呈味による分類 (mg/100g)

	富士の介	全雌ニジマス3n
甘味系アミノ酸	107.0±18.1	116.8±7.2
苦味系アミノ酸	84.8±10.1	109.2±20.5*
うま味系アミノ酸	10.6±1.1*	6.8±3.0

※1 * $p < 0.05$ (ウエルチのt検定)

※2 甘味系 : Gly,Ala,Thr,Ser,Pro,Lys,Gln

苦味系 : Phe,His,Arg,Ile,Val,Leu,Met,Trp

うま味系 : Asp,Glu

表5 両種筋肉における脂肪酸組成 (%)

		富士の介	全雌ニジマス3n
デカン酸	C _{10:0}	-	-
ラウリン酸	C _{12:0}	-	-
ミリスチン酸	C _{14:0}	2.0	2.0
ミリストレイン酸	C _{14:1}	0.1	0.1
ペンタデカン酸	C _{15:0}	0.3	0.3
ペンタデセン酸	C _{15:1}	-	-
パルミチン酸	C _{16:0}	20.5	20.4
パルミトレイン酸	C _{16:1}	4.3	4.3
ヘプタデカン酸	C _{17:0}	0.4	0.4
ヘプタデセン酸	C _{17:1}	-	-
ステアリン酸	C _{18:0}	5.6	5.7
オレイン酸	C _{18:1}	24.8	22.7
リノール酸	C _{18:2}	15.0	13.3
リノレン酸	C _{18:3}	1.7	1.5
γ-リノレン酸	C _{18:3}	0.2	0.2
アラキジン酸	C _{20:0}	0.2	0.2
イコセン酸	C _{20:1}	1.9	2.0
イコサジエン酸	C _{20:2}	0.8	0.9
イコサトリエン酸	C _{20:3}	0.4	0.5
アラキドン酸	C _{20:4}	1.1	1.3
イコサペンタエン酸	C _{20:5}	2.1	2.4
ベヘン酸	C _{22:0}	0.1	0.1
ドコセン酸	C _{22:1}	0.6	0.7
ドコサジエン酸	C _{22:2}	0.1	0.1
ドコサテトラエン酸	C _{22:4}	0.2	0.2
ドコサペンタエン酸	C _{22:5}	1.2	1.2
ドコサヘキサエン酸	C _{22:6}	16.5	19.5
リグノセリン酸	C _{24:0}	0.1	0.1

※1 数値は5尾の平均値

表6 両種筋肉における核酸関連物質質量 (mg/100g)

	富士の介	全雌ニジマス3n
イノシン酸	256.8±20.9	317.4±24.2**
グアニル酸	1.1±0.7	0.7±0.7

※1 数値は5尾の平均±標準偏差

※2 ** $p < 0.01$ (ウェルチのt検定)

官能評価

官能評価は10試験を2回に分けて実施したため、前半5試験分の供試魚測定結果を表7、後半5試験分の測定結果を表8に示した。なお、官能評価に供した2魚種間の平均体重に差は認められなかった(t検定, $p > 0.05$)。

官能評価の結果を表9、またその結果をレーダーチャート化したものを図1に示した。全雌ニジマス3nを比較対照として富士の介を評価した結果、「肉の色」、「うま味」、「脂ののり」、「舌触り」において、全雌ニジマス3nより富士の介の評価が有意に高かった(対応のあるt検定, $p < 0.01$)。「後味」については、全雌ニジマス3nより富士の介の評価がやや高かった(対応のあるt検定, $p = 0.231$)。「歯ごたえ」においては、2魚種間に差は認められなかった(対応のあるt検定, $p > 0.05$)。

パネリスト160人に上品と感じた方を選択させた結果、富士の介が107人、全雌ニジマス3nが53人となり、全雌ニジマス3nより富士の介の方が上品と感じた人数が多かった(二項検定, $p < 0.01$)。

表7 官能評価(前半5試験)及び味覚センサー用供試魚測定結果

	全長(mm)	体長(mm)	体重(g)
富士の介	561.8±24.0	499.8±21.4	2,454±198.2
全雌ニジマス3n	539.2±11.8	479.0±11.9	2,457±210.9

※1 数値は5尾の平均±標準偏差

表8 官能評価(後半5試験)及び脂質分析用供試魚測定結果

	全長(mm)	体長(mm)	体重(g)
富士の介	561.8±12.0	504.6±11.4	2,430±144.9
全雌ニジマス3n	548.2±17.3	495.2±12.9	2,444±164.3

※1 数値は5尾の平均±標準偏差

表9 全雌ニジマス3nに対する富士の介の官能評価結果

評価項目	評価点
肉の色	98**
うま味	36**
後味	13
脂ののり	46**
歯ごたえ	0
舌触り	34**

※1 評価点は全雌ニジマス3nを対照(0点)としたときの富士の介の点数の合計値。

※2 ** $p < 0.01$ (対応のあるt検定)

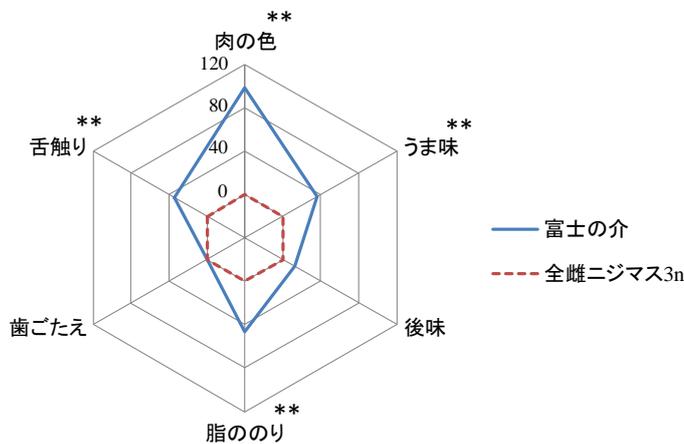


図1 官能評価における各項目の評価
(全雌ニジマス3nを0点としたときの富士の介の合計点, N=160, ** $p < 0.01$)

表10 アンケート結果

項目	富士の介	全雌ニジマス3n
上品さ	107**	53

※1 数値は「上品」と感じたパネリストの人数の合計。

※2 ** $p < 0.01$ (二項検定)

味覚センサーによる味分析

味覚センサーによる分析に使用した供試魚については、官能評価（前半5試験）と同個体を用いているため、測定結果は表7を参照されたい。

味覚センサーにより、先味5項目（酸味、苦味雑味、渋味刺激、旨味、塩味）及び後味3項目（苦味、渋味、旨味コク）を測定した結果、「苦味雑味」、「旨味」及び「旨味コク」の3項目が味として検出されたが、2魚種間で差は認められなかった（t検定、 $p > 0.05$ ）。

検出された項目のうち、「旨味」及び「苦味雑味」の2項目について、両種の個体毎の測定結果及び平均値の関係を図2に示した。個体差はあるものの、「旨味」については全雌ニジマス3nより富士の介の方が高い数値を示す個体が多い傾向が認められた。

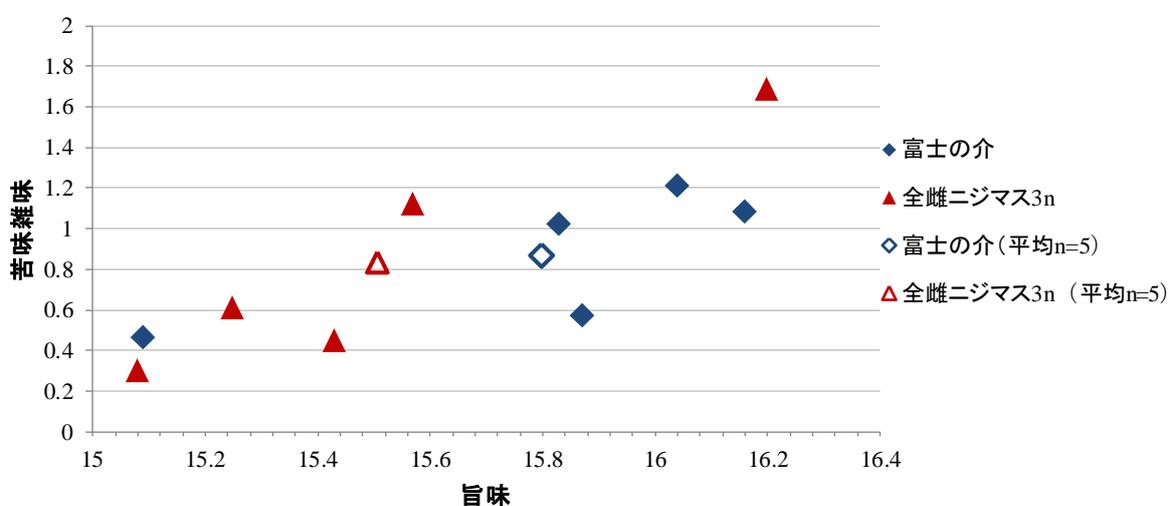


図2 味覚センサーによる個体毎の測定結果（旨味及び苦味雑味）

肉色判定

サーモファンによる肉色判定結果を表11に示した。両種の背鰭下筋肉におけるサーモファンスコアは、富士の介で30.0と全雌ニジマス3nの27.7より有意に高かった（t検定、 $p < 0.01$ ）。

表11 サーモファンによる両種筋肉の肉色判定結果

	サーモファンスコア
富士の介	30.0±1.0**
全雌ニジマス3n	27.7±1.4

※1 数値は肉質成分分析及び官能評価に用いた供試魚計15尾の平均±標準偏差。

※2 ** $p < 0.01$ （ウェルチのt検定）

考 察

これまでに各地のスペシャル・トラウト²⁾では、美味しさの客観的な評価のため、肉質成分や食味等についての科学的な検証が行われており^{13,14)}、ブランド力の向上や普及のための重要な情報となっている。

そこで、本試験では富士の介の肉質の特徴を客観的に評価するため、同一条件下で飼育した全雌ニジマス 3n を比較対照に用い、肉質成分分析及び官能評価等を行った。なお、今回は全雌ニジマス 3n と比較した場合の富士の介の肉質の特徴を明らかにすることが目的であるため、以降は主に富士の介の結果に主眼を置いて論じていきたい。

肉質分析の結果、筋肉 100g 中に含まれる脂質含量は富士の介で 3.8g と、全雌ニジマス 3n の 2.7g と比較し約 1.4 倍多く、有意な差が認められた。さらに、筋肉中の遊離アミノ酸においては、うま味系アミノ酸¹²⁾であるアスパラギン酸及びグルタミン酸が全雌ニジマス 3n と比較して有意に高い値を示した。

官能評価の結果においては、「肉の色」「うま味」「脂のり」「舌触り」の 4 項目において富士の介は全雌ニジマス 3n より有意に高い評価が得られた。また、上品に感じた方を選ばせるアンケートでは、約 67% のパネリストが富士の介を「上品」と選んだ。つまり、富士の介は全雌ニジマス 3n と比較して「肉色が濃い」「うま味が強い」「脂がのっている」「舌触りがなめらか」かつ「上品」であることが官能評価より示された。

以上の肉質成分分析及び官能評価の結果から、肉質成分分析の「脂質含量が高い」及び「うま味系アミノ酸が多い」は、官能評価の「脂がのっている」及び「うま味が強い」と一致し、成分と食味の両方の観点から「富士の介は全雌ニジマス 3n より脂のりが良く、うま味が強い」ことが証明されたと言える。

味覚センサーによる分析では、味として検出された項目において両種で差は認められなかったものの、「旨味」においては富士の介の方が全雌ニジマス 3n より上位に分布する個体が多く、官能評価と類似する結果となった。なお、本センサーは呈味物質の検知に脂質膜を利用しているため、サンプル調整時に脂質を除去する処理を行っている。脂質は味に濃厚感やコク等を付与し、間接的な味の増強に関与することが知られている¹⁵⁾。また、郡山¹⁶⁾は、メバチマグロの赤身とトロにおける味の差は、エキス成分の差というより含まれる脂質によるものであることを報告している。これらのことから、富士の介の食味においても脂質が大きく関与している可能性が考えられ、脱脂処理を行った後に実施される味覚センサーによる分析と官能評価との間である程度の結果の乖離は起り得るものと思われる。

また本試験では、簡易的ではあるが、サーモファンを用いた肉色判定を全ての供試魚に対して行った。その結果、富士の介のサーモファンスコアが 30.0 と、全雌ニジマス 3n の 27.7 に比べ高いスコアとなったが、これは官能評価における富士の介の方が「肉色が濃い」という結果とも一致している。肉色はサケ・マス類の品質において重要視される項目の一つであり¹⁷⁾、刺身等の食材にした際、その外観から食味にも影響を及ぼす要素の一つと言われている¹⁸⁾。これらのことから、富士の介は肉色の観点からも品質や食味の優れた食材になることが期待できる。また、今回は両種で同じ餌を同じ期間与えたところ前述の結果が得られたことから、富士の介の方が全雌ニジマス 3n より筋肉の色揚げが良い性質を持つことが推察され、これは生産者にとってもメリットになると考えられた。

エキス成分や色の他に、食味に大きな影響を与える要素の一つにテクスチャー（歯ごたえ、舌触り等）があり、魚を生食する場合はこのテクスチャーが美味しさに特に重要であると言われている¹⁹⁾。官能評価の結果より、富士の介は「歯ごたえ」においては全雌ニジマス 3n と同等であるが、「舌触りがなめらか」との評価を得ていることから、刺身等の生食にも最適な食材になると考えられた。魚肉のテクスチャーは筋肉組織や脂質等と密接な関係を持つとされ^{20,21)}、今後は両種筋肉におけるテクスチャーの違いについても比較検討する必要があるかもしれない。

なお、筋肉中の脂肪酸組成については 2 魚種の間で大きな差は見られなかった。体脂質の脂肪酸組成は飼料脂

質の影響を強く受けることが知られており^{22,23)}、本試験においては両種で給餌条件を統一したことにより、2魚種における体脂質中の脂肪酸組成も類似する結果となったものと推察された。

以上、本試験の結果から、富士の介は全雌ニジマス 3n と比較し、「脂ののりが良い」「うま味が強い」等の特徴があることが肉質成分分析及び官能評価より示され、富士の介は筋肉成分や食味の観点から全雌ニジマス 3n に劣らない優れた肉質を有していることが科学的に証明された。これにより、富士の介は魚種の組み合わせのみならず、名実ともに付加価値の高い本県の地域特産ブランド魚になることが期待される。また、これらの結果は、今後の富士の介のブランド化や販売戦略上の PR 資料として広く活用できるものと考えられる。

要 約

1. 同一条件下で飼育した富士の介と全雌ニジマス 3n の筋肉において、肉質成分及び食味等を比較した。
2. 肉質成分分析の結果、富士の介は全雌ニジマス 3n と比較して、脂質含量が高く、うま味を呈する遊離アミノ酸（アスパラギン酸、グルタミン酸）が多かった。
3. 官能評価の結果、富士の介は全雌ニジマス 3n と比較し、「肉色が濃い」「うま味が強い」「脂がのっている」「舌触りがなめらか」と高評価が得られた。また、官能評価を行った約 67% のパネリストが、富士の介の方が「上品に感じる」と評価した。
4. 全ての供試魚においてサーモファンを用いた肉色判定を行ったところ、全雌ニジマス 3n より富士の介の方が肉色が濃い傾向にあり、官能評価の結果と一致した。
5. 富士の介は全雌ニジマス 3n と比較して、「脂ののりが良い」「うま味が強い」等の特徴があることが示され、筋肉成分や食味の観点から全雌ニジマス 3n に劣らない優れた肉質を有していることが科学的に証明された。
6. 今回得られた情報は、今後の富士の介のブランド化や販売戦略上の PR 資料として広く活用されることが期待できる。

文 献

- 1) 川之辺素一（2016）：地域色を演出したブランド強化 信州サーモン・信州大王イワナ. 養殖ビジネス, 53, 16-17.
- 2) 小堀彰彦（2016）：内水面のスペシャル・トラウト市場と愛知県における「絹姫サーモン」の開発. 養殖ビジネス, 53, 7-10.
- 3) 高橋一孝（2009）：サケ科魚類の新しい養殖対象種について ニジノスケ・サクラヒメ異質三倍体魚の作出. 山梨県水産技術センター事業報告書, 36, 1-5.
- 4) 加地弘一（2010）：バイテク魚のビブリオ病原菌に対する感受性試験（短報）. 山梨県水産技術センター事業報告書, 37, 77-78.
- 5) 高橋一孝（2012）：マスノスケの飼育と全雌魚・性転換雄魚の作出について. 山梨県水産技術センター事業報告書, 39, 1-7.
- 6) 高橋一孝（2012）：サケ科魚類の新しい養殖対象種について - II 異質三倍体ニジマスの成長と成熟状況について. 山梨県水産技術センター事業報告書, 39, 26-31.
- 7) 名倉盾（2012）：ニジノスケの食味について. 山梨県水産技術センター事業報告書, 39, 32-33.
- 8) 大浜秀規（2015）：サケ科魚類の新しい養殖対象種について - III ニジマス三倍体, ニジノスケ三倍体及びマスノスケ三倍体の成長と成熟状況について. 山梨県水産技術センター事業報告書, 42, 9-18.
- 9) 三浦正之（2017）：サケ科魚類の新しい養殖対象種について - IV 全雌異質三倍体ニジノスケの成長及び成熟状況. 山梨県水産技術センター事業報告書, 44, 1-12.

- 10) 加地奈々 (2018) : サケ科魚類の新しい養殖対象種について - V 全雌異質三倍体ニジノスケの低酸素耐性について. 山梨県水産技術センター事業報告書, 45, 1-4.
- 11) 長野県水産指導所 (1963) : ますとさけの養殖 : 訳本. 長野県水産指導所, 長野, 107.
- 12) 山野善正・山口静子編 (1994) : おいしさの科学. 朝倉書店, 東京, 46-61.
- 13) 茂木実・吉野功・垣田誉志史・小林保博・高澤智美・岡崎恵美子 (2004) : ギンヒカリの肉質と食味. 群馬県水産試験場研究報告, 10, 40-49.
- 14) 服部克也・白井隆明 (2005) : ホウライマス (無斑ニジマス) から得られた倍数体雌魚筋肉のエキス成分分析および官能検査による食味評価. 愛知県水産試験場研究報告, 11, 1-8.
- 15) 阿部宏喜編 (2015) : 食物と健康の科学シリーズ 魚介の科学. 朝倉書店, 東京, 68-78.
- 16) 郡山剛・木幡知子・渡辺勝子・阿部宏喜 (2000) : メバチ筋肉の成分組成とその呈味におよぼす脂質の役割. 日本水産学会誌, 66, 462-468.
- 17) 秋野雅樹・武田忠明・今村琢磨 (2007) : シロザケ肉色の品質評価に関する研究. 北海道立水産試験場研究報告, 72, 31-35.
- 18) 坂口守彦 (2001) : 魚介類の含窒素低分子成分とおいしさ. 日本水産学会誌, 67, 787-793.
- 19) 畑江敬子 (2005) : さしみの科学 - おいしさのひみつ -. 成山堂書店, 東京, 36-43.
- 20) 畑江敬子・飛松聡子・竹山まゆみ・松本重一郎 (1986) : 魚肉の物性とその魚種差に対する結合組織の寄与. 日本水産学会誌, 52, 2001-2007.
- 21) 畑江敬子 (1990) : 魚肉テクスチャーの総合的把握の試み. *New Food Industry*, 32, 51-66.
- 22) 豊水正道・川崎賢治・富安行雄 (1963) : ニジマス油の脂肪酸組成におよぼす餌料油の影響. 日本水産学会誌, 29, 957-961.
- 23) 太田亨・高木徹・小田島玲子・寺尾俊郎 (1979) : ギンザケ (*Oncorhynchus kisutch*) の成長と脂質におよぼす飼料脂質の影響. 北海道大学水産学部研究集報, 30, 294-300.