

淡水飼育における無斑ニジマス, アマゴおよびイワナ筋肉のエキス成分組成

服部克也¹・白井隆明²**The flesh extractive components of non-spotted rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, red spotted masu trout, *O. masou ishikawae* and Japanese char, *Salvelinus leucomaenis* reared under freshwater**HATTORI Katsuya¹ and SHIRAI Takaaki²

Abstract : We analyzed the extractive components of flesh of non-spotted rainbow trout, red spotted masu trout (amago salmon) and Japanese char reared under freshwater. The compositions of free amino acids and related compounds in the extracts from their muscle were compared. A common feature of the composition was a very high content of dipeptide anserine (about 60% among them) with fairly low levels of histidine, taurine, alanine, and glycine. And this feature was indicated in the other salmonids. There was a common feature in the extractive components of flesh among non-spotted rainbow trout, red spotted masu trout and Japanese char. However, histidine, anserine, taurine, glutamic acid, inosine monophosphate, trimethylamine oxide and creatine showed the slight species-specificities in the composition.

キーワード: 無斑ニジマス, イワナ, アマゴ, エキス成分

愛知県では奥三河地方を中心としてマス類の養殖が行われており, その主な対象種は無斑ニジマスを含めたニジマス, *Oncorhynchus mykiss*, アマゴ, *O. masou ishikawae*, イワナ, *Salvelinus leucomaenis* などである。愛知県におけるこれらマス類養殖の生産量¹⁾は, 平成7年以降350トン前後で推移し, 平成13年の愛知県淡水養殖漁業協同組合取扱量報告(内部資料)では, ニジマス約300トン, アマゴ約26トン, イワナ約11トンであった。なお, アマゴやイワナは, 古くから清流を代表する魚として, 親しまれてきた魚²⁾である。近年養殖生産が可能となり, その生産量が伸びてきている。これらは, 渓流釣りの愛好者にとって憧れの魚であるとともに, その淡泊な味わいから美味な魚²⁾とされ, イワナについては骨酒³⁾にして独特な風味から珍重されている。⁴⁾ これらアマゴやイワナは, 従来から養殖生産されてきたニジマスに比べて市

場価値が高い傾向が認められる。これは, 新規魚種という新奇性ばかりでなく, 清流に住む美味な魚という印象があることも一因と考えられる。しかしながら, アマゴやイワナ筋肉のエキス成分組成や呈味について, ニジマスと比較できる十分なデータが示されてきたとは言い難い。一方, 近年, 食品に対しては, 安全性を始めとして, その食品が持つ性質を明示することが強く求められるようになってきた。こうしたことから, ニジマス, アマゴおよびイワナの持つ食品としての性質を客観的に示すことが必要と考えられ, 本試験においては無斑ニジマス, アマゴ, イワナ筋肉のエキス成分を分析し, これを比較した。なお, マス類は成熟により肉色の退色, 食肉部の割合の低下など肉質が変化⁵⁾することが知られているため, 本試験では最も肉質が安定していると考えられた産卵期数ヶ月前について本試験に供し, 検討した。

¹ 愛知県農林水産部水産課 (Fisheries promotion division , Aichi prefectural government , Sannomaru , Nagoya , Aichi 460-8501 , Japan)

² 東京水産大学 食品生産学科 (Department of Food Science and Technology , Tokyo University of Fisheries , Konan 4 , Minato , Tokyo 108-0075 , Japan)

材料および方法

供試魚

愛知県水産試験場で飼育継代している無斑ニジマス、アマゴおよびイワナを供試魚とした。餌には日本農産工業株式会社製の固形ペレットを与えたが、フィードオイルなどは添加しなかった。供試魚の性別、月齢、尾数、平均体重、平均体長および生殖腺指数(G.S.I)を Table 1 に示した。なお、アマゴは2年魚でほとんどの個体が成熟してへい死すること、イワナは飼育池の関係から2年魚以上の個体を飼育していなかったことから18ヶ月齢の個体を用いた。無斑ニジマスについては、アマゴおよびイワナと同月齢のサンプルがなかったことから、29ヶ月齢の個体を用いた。これらは取り上げ後、即殺して鰓、内臓を除去した後、氷冷して東京水産大学に搬入した。その後、個体別に普通肉を採取して、細切り、分析に供するまでマイナス80℃で保存した。

筋肉成分の分析

筋肉の水分は常圧加熱乾燥法⁶⁾により測定した。筋肉の粗タンパク質はミクロケルダール法⁷⁾により全窒素を測定し、6.25を乗じて求めた。筋肉の脂質はクロロホルム・メタノール混液にて抽出⁸⁾し、常圧加熱乾燥法により測定した。トリグリセリド、ジグリセリド、モノグリセリド、遊離脂肪酸、ステロール類およびリン脂質等の脂質クラスは、クロロホルム・メタノール混液から得た抽出液を用いて薄層クロマトグラフィー(シリカゲルG)により分析した。展開溶媒として石油エーテル、ジエチルエーテルおよび酢酸混合液(80:20:1)を用いて展開後、30%硫酸を噴霧して120℃で20分間加熱後生じたスポットを Shimadzu spot-scanner CS-9000 により測定した。筋肉の粗灰分は筋肉を電気炉にて550℃に加熱して求めた。

筋肉のエキス成分は、エタノールにより抽出液を調製して分析した。生肉を80%エタノール中でホモジナイズ

し、これを8,000rpmで遠心分離した。この操作を2度繰り返して抽出液(上澄)を得た。この抽出液からエタノールを完全に減圧留去させて得られた水溶液をジエチルエーテルにより脱脂し、水層を減圧濃縮した後、蒸留水にて希釈した。⁹⁾ この抽出液について、遊離アミノ酸、クレアチンおよびその他エキス成分を分析した。

アミノ酸の測定は JEOL JLC-300 amino acid analyzer を用いた。

クレアチンおよびクレアチニンは比色法¹⁰⁾により測定した。

トリメチルアミンは Conway glass unit を用いて測定した。抽出液をトリクロロチタンにて還元後、Conway glass unitにより測定し、還元前のトリメチルアミン量を差し引いてトリメチルアミンオキシドを求めた。

ナトリウム、カリウムは Hitachi 2A 180-80 原子吸光度計により測定した。

塩素はジフェニールカルバゾン法¹¹⁾により測定した。

リン酸はアレン法¹²⁾により抽出液中のリンを測定し、その値から求めた。

ATP関連物質は、抽出液を254nmの波長で液体クロマトグラフィーを用い、Asahipak GS-320 カラム(0.2M NaH₂PO₄, pH 3.0)により分画して測定した。

エキス窒素はケルダール法⁷⁾で測定した。エキス窒素回収率は、分析した含窒素成分に含まれる各窒素量の総和を計算し、これをエキス窒素で除して求めた。

エキス乾物量は、抽出液の一部を110℃で加熱乾固させて測定した。

エキス乾物量回収率は、分析したすべての成分の総和を算出し、これをエキス乾物量で除して求めた。これらの回収率は、抽出液中の含窒素エキス成分とエキス成分について、ほとんどすべてを分析し得たか判定の指標とした。

Table 1. Sex, age, individual number(N), body length(BL), body weight(BW), gonad static index(GSI) and age of non-spotted rainbow trout, red spotted masu trout(amago salmon) and Japanese char reared under freshwater

	Sex	Age	N	BL (cm)	BW(g)	GSI(%)
Non-spotted rainbow trout	Female	29 month-old	5	38.4 ± 2.4	924 ± 185	10.9 ± 6.9
	Male	29 month-old	5	36.8 ± 1.9	760 ± 105	0.3 ± 0.1
Red spotted masu trout	Female	18 month-old	5	25.1 ± 0.9	221 ± 26	0.6 ± 0.2
	Male	18 month-old	5	25.4 ± 0.9	232 ± 39	0.2 ± 0.0
Japanese char	Female	18 month-old	5	28.8 ± 0.6	358 ± 12	0.6 ± 0.2
	Male	18 month-old	5	29.2 ± 0.5	376 ± 26	0.1 ± 0.1

結果および考察

供試魚の筋肉エキス成分の測定結果について、一般成分および脂質クラスを Table 2 に、遊離アミノ酸とその関連物質を Table 3 に、ATP関連物質と無機成分を Table 4 に示した。

一般成分において、水分、粗タンパク、灰分、脂質などの組成は無斑ニジマス、アマゴ、イワナの魚種間およびそれぞれの雌雄間で顕著な差は認められなかった。しかしながら、脂質のうちトリグリセリドの比率が、無斑ニジマスの60~72%に比べ、アマゴは76~80%、イワナは79~80%と高い傾向が認められた。

遊離アミノ酸および関連物質では、分析したいずれの魚種においてもアンセリンが全体の約60%と最も多く、次いでグリシン、ヒスチジン、タウリン、アラニン、グルタミン酸が多かった。アンセリンでは、イワナが329~338mg/100gと、無斑ニジマスの401~402mg/100g、アマゴの389~425mg/100gに比べて低い傾向が認められた。また、タウリンでは、無斑ニジマスが20~36mg/100gと、アマゴの35~36mg/100g、イワナの39~41mg/100gに比べて少し低かった。同様に、グルタミン酸でも、無斑ニジマスが10~12mg/100gと、アマゴの7~16mg/100g、イワナの14~17mg/100gに比べて低かった。ヒスチジンでは、アマゴが27~49mg/100gと、無斑ニジマスの53~56mg/100g、イワナの52mg/100gに比べて低かった。

ATP関連物質では、クレアチンにおいて、無斑ニジマスが483~520mg/100g、イワナが419~432mg/100g、アマゴが343~362mg/100gと種によって若干の違いが認められた。イノシン酸では、イワナが149~181mg/100gと、無斑ニジマスの119~123mg/100g、アマゴの87~115mg/100gに比べて多い傾向が認められた。

トリメチルアミンオキシドにおいては、無斑ニジマス

が25~29mg/100gと、アマゴの2~5mg/100g、イワナの7~8mg/100gに比べて多い傾向が認められた。その他の成分には大きな違いは認められなかった。

サケ・マス類については、Shirai *et. al*¹³⁾ が北部太平洋域で捕獲されたベニザケ *O. nerka*, マスノスケ *O. tshawytscha*, ギンザケ *O. kisutch* およびカラフトマス *O. gorbuscha* 筋肉のエキス成分を測定している。これら4種のサケ科魚類におけるアミノ酸関連物質の主な成分は、アンセリン、ヒスチジン、タウリン、アラニン、グリシンであり、特にアンセリンの割合が非常に大きかったと報告している。¹³⁾ その中で、同じサケ科魚類で、筋肉の大部分のエキス成分組成に顕著な差は認められなかったが、ヒスチジンは種による差が認められたとしている。¹³⁾ また、魚種の特異的な違いとともに雌雄において筋肉のエキス成分組成に違いがあることが報告され、本試験においても、無斑ニジマスでのタウリン、アマゴでヒスチジン、アンセリンにおいて雌雄の数値に違いが認められた。また、イノシン酸、イノシンにおいては各魚種で雌雄間に数値の違いが認められた。

イノシン酸は、かつお節の旨味成分として知られている¹⁴⁾ が、イワナのイノシン酸は、無斑ニジマス、アマゴよりも若干ながら高い傾向が見られた。また、同様に旨味成分であるグルタミン酸¹⁴⁾ においても、イワナが、無斑ニジマス、アマゴよりも若干高い傾向が認められたことから、イワナは無斑ニジマスよりも旨味が強い可能性が考えられた。一方、甘味を感じるアラニン¹⁴⁾ においては、アマゴがイワナ、無斑ニジマスよりも少し数値が高い。また、トリメチルアミンオキシドは、腐敗のみならず加熱により分解されて生臭さ臭の原因物質であるトリメチルアミンが生じるとされる¹⁴⁾ が、アマゴ、イワナが少なく、無斑ニジマスが多かったことから、アマゴに

Table 2. Moisture, crude protein, crude ash and lipid of the flesh of non-spotted rainbow trout, red spotted masu trout (amago salmon) and Japanese char reared under freshwater

Sex Age	(g/100g)					
	Non-spotted rainbow trout		Red spotted masu trout		Japanese char	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
	29 month-old	29 month-old	18 month-old	18 month-old	18 month-old	18 month-old
Moisture	76.8 ± 1.2	76.7 ± 0.6	76.2 ± 0.7	74.3 ± 0.7	77.1 ± 0.8	76.1 ± 0.7
Crude protein	21.1 ± 1.3	19.0 ± 1.1	20.9 ± 1.0	21.3 ± 1.3	20.0 ± 0.4	20.5 ± 0.7
Ash	1.3 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.0	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.1
Total lipid	2.0 ± 0.5	2.6 ± 0.5	1.5 ± 0.3	2.0 ± 0.3	1.6 ± 0.3	3.3 ± 0.6
Triglyceride(%)	59.9 ± 19.1	72.4 ± 6.4	75.8 ± 2.2	79.7 ± 2.3	79.3 ± 4.4	80.2 ± 2.0
Free fatty acid (%)	7.9 ± 3.7	5.9 ± 0.9	5.8 ± 1.0	5.5 ± 1.1	3.8 ± 0.5	3.6 ± 0.4
1,2-Diglyceride(%)	4.6 ± 2.1	3.1 ± 0.8	2.4 ± 0.2	2.4 ± 0.2	1.8 ± 0.2	1.7 ± 0.0
Sterol(%)	3.6 ± 0.9	3.6 ± 1.2	3.9 ± 0.5	3.2 ± 0.4	2.4 ± 0.7	2.4 ± 0.5
Monoglyceride+phospholipid(%)	24.0 ± 12.7	14.9 ± 3.9	12.2 ± 0.6	9.3 ± 0.9	12.7 ± 3.1	12.0 ± 1.5
Sterol ester(%)	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.

Table 3. Free amino acids and related compounds of non-spotted rainbow trout, red spotted masu trout(amago salmon) and Japanese char reared under freshwater (mg/100g)

Sex Age	Non-spotted rainbow trout		Red spotted masu trout		Japanese char	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
	29 month-old	29 month-old	18 month-old	18 month-old	18 month-old	18 month-old
Taurine	20 ± 6	36 ± 15	35 ± 9	36 ± 6	41 ± 8	39 ± 10
Aspartic acid	1 ± 1	1 ± 0	1 ± 0	2 ± 1	tr.	tr.
Threonine	8 ± 1	6 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1
Serine	7 ± 2	7 ± 1	7 ± 1	9 ± 2	8 ± 2	8 ± 4
Asparagine	0	0	0	0	0	0
Glutamic acid	12 ± 4	10 ± 2	7 ± 1	16 ± 3	17 ± 4	14 ± 3
Glutamine	1 ± 1	1 ± 0	tr.	1 ± 1	1 ± 0	1 ± 0
Glycine	61 ± 8	54 ± 7	41 ± 5	65 ± 10	65 ± 9	61 ± 10
Alanine	24 ± 7	18 ± 3	23 ± 2	29 ± 3	19 ± 4	19 ± 1
Citrulline	2 ± 0	2 ± 0	0	0	0	0
-Aminobutyric acid	1 ± 0	tr.	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	tr.
Valine	6 ± 1	5 ± 1	5 ± 0	6 ± 1	3 ± 0	3 ± 0
Methionine	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0
Cystathionine	tr.	tr.	0	0	0	0
Isoleucine	3 ± 0	2 ± 0	2 ± 0	3 ± 1	2 ± 0	2 ± 0
Leucine	5 ± 1	4 ± 1	5 ± 0	5 ± 1	3 ± 0	3 ± 0
Tyrosine	4 ± 0	4 ± 0	4 ± 0	4 ± 1	3 ± 1	3 ± 0
β-Alanine	7 ± 2	5 ± 1	tr.	3 ± 0	3 ± 0	3 ± 2
Phenylalanine	4 ± 1	4 ± 0	4 ± 0	3 ± 0	2 ± 0	1 ± 0
β-Aminobutyric acid	1 ± 1	1 ± 0	0	0	0	0
-Aminobutyric acid	tr.	0	0	0	0	0
Ethanolamine	tr.	tr.	0	0	0	0
Hydroxylysine	1 ± 0	1 ± 0	tr.	tr.	tr.	tr.
Ornithine	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	tr.	tr.
π-Methylhistidine	8 ± 3	6 ± 1	tr.	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 1
Histidine	53 ± 29	56 ± 14	49 ± 6	27 ± 7	52 ± 8	52 ± 10
Lysine	11 ± 4	14 ± 5	5 ± 0	9 ± 1	7 ± 1	7 ± 1
-Methylhistidine	1 ± 0	1 ± 0	0	0	0	0
Tryptophan	5 ± 2	5 ± 1	2 ± 0	1 ± 0	tr.	1 ± 0
Anserine	401 ± 40	402 ± 46	425 ± 38	389 ± 34	329 ± 26	338 ± 28
Carnosine	tr.	tr.	0	0	0	0
Arginine	2 ± 1	3 ± 0	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0
Proline	2 ± 1	1 ± 0	2 ± 0	3 ± 1	3 ± 1	2 ± 1

Table 4. Levels of creatine, ATP related compounds, trimethylamine oxide and other extracted components of non-spotted rainbow trout, red spotted masu trout(amago salmon) and Japanese char reared under freshwater (mg/100g)

Sex Age	Non-spotted rainbow trout		Red spotted masu trout		Japanese char	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
	29 month-old	29 month-old	18 month-old	18 month-old	18 month-old	18 month-old
Creatine	520 ± 6	483 ± 15	343 ± 15	362 ± 8	419 ± 65	432 ± 39
Creatinine	5 ± 0	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 0	5 ± 1	4 ± 0
Trimethylamine oxide	29 ± 3	25 ± 5	5 ± 2	2 ± 1	8 ± 2	7 ± 2
Trimethylamine	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
Na ⁺	48 ± 6	91 ± 20	45 ± 14	57 ± 16	82 ± 26	110 ± 23
K ⁺	463 ± 40	434 ± 24	624 ± 66	549 ± 33	498 ± 34	489 ± 21
Cl ⁻	22 ± 5	21 ± 5	22 ± 6	42 ± 11	25 ± 6	23 ± 8
PO ₄ ³⁻	354 ± 27	343 ± 30	344 ± 35	346 ± 39	354 ± 27	328 ± 56
Lactic acid	292 ± 19	304 ± 55	328 ± 76	278 ± 35	288 ± 47	321 ± 23
Adenosine diphosphate	20 ± 4	23 ± 9	22 ± 7	26 ± 7	44 ± 12	30 ± 12
Inosine monophosphate	119 ± 26	123 ± 15	115 ± 18	87 ± 22	149 ± 11	181 ± 19
Inosine	97 ± 9	82 ± 11	89 ± 11	102 ± 20	65 ± 3	45 ± 11
Hypoxanthine	6 ± 1	5 ± 1	7 ± 2	8 ± 2	4 ± 0	3 ± 1
Extractive nitrogen	341 ± 29	342 ± 24	386 ± 69	345 ± 27	412 ± 78	340 ± 28
(Recovery %)	98 ± 5	97 ± 8	75 ± 13	82 ± 7	77 ± 7	86 ± 6
Dry matter	2660 ± 97	2560 ± 120	3011 ± 754	2846 ± 154	2606 ± 171	2480 ± 144
(Recovery %)	96 ± 4	98 ± 3	88 ± 17	86 ± 2	93 ± 6	99 ± 3

おいても無斑ニジマスよりも甘味と風味がある可能性が考えられた。しかしながら、本試験では、同じ種にあっても雌雄間の差があること、アマゴおよびイワナと無斑ニジマスを同月齢サンプルでの比較ができなかったことなどから、アマゴ、イワナがニジマスよりも美味しいとする明確な結果を示すことができなかった。こうしたことから、今後はさらに多くの供試魚について筋肉エキス成分を測定することに加え、テクスチャーの比較、筋肉および合成エキスによる官能検査などを行い、客観的な評価を行う必要があると思われる。

要 約

淡水飼育条件下の無斑ニジマス、アマゴおよびイワナについて一般成分、脂質、遊離アミノ酸と関連物質、ATP関連物質を測定した。他のサケ科魚類で報告されているように、無斑ニジマス、アマゴおよびイワナ筋肉におけるアミノ酸関連物質の主な成分は、アンセリン、ヒスチジン、タウリン、アラニン、グリシンであり、アンセリンの割合が全体の約60%と非常に大きかった。無斑ニジマス、アマゴ、イワナ間で筋肉のエキス成分組成に顕著な差は認められなかったが、微量な差であるもののヒスチジン、アンセリン、タウリン、グルタミン酸、イノシン酸およびトリメチルアミノオキドに種による違いが認められた。

文 献

- 1) 水産業の動き(2002) 漁業生産. 愛知県, pp.78.
- 2) 梅村諒二(1993)愛知の淡水魚類. プラザー印刷株式会社, 愛知県, 78-81.
- 3) 中川栄太郎(1992)飛騨の溪流釣り. BookShop MYTOWN, 愛知県, 184-188.
- 4) 芦澤正和・梶浦一郎・平 宏和・竹内昌昭・中井博康監修(1995)食品図鑑. 女子栄養大学出版部発行, 東京都, 94-104.

- 5) 小林 徹(1992)長期混合飼育下での人為三倍体ニジマスの成長, 生残および生殖周期. 水産増殖, **40**, 1, 57-70.
- 6) 京都大学農学部食品工学教室編(1970)食品工学実験書(上巻), 養賢堂, 東京, 534-535.
- 7) AOAC(1965) Official method of analysis of the association of official agricultural chemists, 10th ed. Association of official agricultural chemists, Washington D.C., 273. & 744-745.
- 8) Bligh E.G. and W.J. Dyer (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification, *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911-917.
- 9) Konosu, S., K. Yamaguchi, S. Fuke and T. Shirai (1983) Amino acids and related compounds in the extracts of different parts of the muscle of chum salmon. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **49**, 301-304.
- 10) Shirai, T., S. Fuke, K. Yamaguchi, and S. Konosu (1984) Creatine and creatinine in the raw and heated muscles of salmon. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **50**, 1229-1233.
- 11) 川村 亮(1975)沈殿滴定. 食品学実験法, 朝倉書店, 東京, 208-209.
- 12) 川村 亮(1975)リンの定量. 食品学実験法, 朝倉書店, 東京, 56-58.
- 13) Shirai T., S. Fuke, K. Yamaguchi and S. Konosu (1983) Studies on extractive components of salmonids - . Comparison of amino acids and related compounds in the muscle extracts of four species of salmon. *Comp. Biochem, Physiol.*, Vol.74B(No.4), 685-689.
- 14) 中谷延二編著(2001)食品の微量成分. 食品化学, 朝倉書店, 東京, 42-81.