

ホウライマスと雌親とする異質三倍体魚の海水飼育による筋肉エキス成分の変化

服部克也・白井隆明・神田文雄・鈴木 健・平野敏行

Changes of the flesh extractive components of allotriploids by rearing under seawater

HATTORI Katsuya*¹・SHIRAI Takaaki*²・KANEDA Fumio*²・
SUZUKI Takeshi*² and HIRANO Toshiyuki*²**Abstract**

We analyzed the flesh extract components of two types of the allotriploids, one from female houraimasu and male amago salmon and another from female houraimasu and male Japanese char, being reared under seawater during six months, and we compared with those under freshwater. In the flesh inorganic substances, the results of allotriploids under seawater were almost equal to those under freshwater, and it would be caused by the osmoregulatory ability. Allotriploids under seawater showed higher values in glutamic acid, proline, and anserine than those under freshwater, with showing slightly lower value in π -methylhistidine and alanine. Therefore, the total amino acid volumes of allotriploids under seawater were superior to those under freshwater. The results indicated that the total amino acid volumes of male allotriploids under seawater and freshwater were inferior to those of female allotriploids. Then, female allotriploids will be expected to improve the palatability by rearing under seawater. But, male allotriploids will be low value under seawater and freshwater.

キーワード；ニジアマ3N, ニジイワ3N, 海水飼育, エキス成分, 遊離アミノ酸

はじめに

独特の無斑形質を持つ無斑ニジマスのホウライマス、*Oncorhynchus mykiss*、とイワナ、*Salvelinus leucomaenis* およびアマゴ、*O. rhodrus* の間で無斑異質三倍体魚を作成し、これらを地域特産品種として利用することが試みられている。^{1,2)} これら無斑異質三倍体魚は、雌魚では生殖腺の発達が産卵期でも観察されず、³⁾ 成熟に伴う肉質の変化は小さい^{2,4)} とされることから、その利用法として大型刺身用養殖が考えられている。ニジマスでは、海水飼育を行うことにより、淡水飼育の場合と比べて肉質成分が変化し、呈味が向上することが報告⁵⁾ されており、無斑異質三倍体魚についても同様の効果が期待される。このため、無斑異質三倍体魚を一定期間海水で飼育した場合の筋肉エキス成分を測定し、淡水飼育の場合と比較することにより、海水飼育による呈味改善を推定することとした。なお、海水飼育については、海水汲み上げ式陸上水槽を用いることで、自然水域との隔離を

行い、三倍体魚等の自然水域への逃亡散逸が起らないよう配慮した。

材料および方法**海水飼育**

供試魚として鳳来養魚場（現三河一宮指導所）飼育のニジアマ3N（ホウライマス雌とアマゴ雄との異質三倍体魚）およびニジイワ3N（ホウライマス雌とイワナ雄との異質三倍体魚）を用いた。なお、これら異質三倍体魚の作出は、受精・吸水10分後に受精卵を26℃の温水に20分間浸漬する温度処理を行い、第2成熟分裂を阻止して行った。卵管理、孵化餌付けおよび飼育については、通常のニジマス飼育管理と同様であった。ふ化後23カ月齢で異質三倍体魚の一部を選別し、ウナギ養殖施設内（愛知県渥美町）の海水汲み上げ式陸上円形水槽（75 m²、水深0.7m）で海水飼育を行った。これら海水飼育魚を選別した残りの異質三倍体魚を、鳳来養魚場にて継続飼育し対照区（淡水飼育）とした。海水飼育での飼育

* 1 愛知県水産試験場 漁業生産研究所

(Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Minamichita, Aichi 470-34, 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, Tokyo 108, Japan)

水の注水量は毎秒約10ℓ、塩分濃度は約20%であった。海水飼育は海水温の低下する11月～5月の6カ月間行ったが、海水飼育での飼育水温は11.5～16.5℃、淡水飼育での飼育水温は8～15℃であった。給餌は1日1回とし、海水飼育での飼料にはマダイ用モイストとマダイ用ドライペレットを等量混和し、10%量のフィードオイルを添加した。また、3月からの2カ月間はカンタキサンチン系の色揚げ剤の添加を行った。淡水飼育ではマス類用ドライペレット（フィードオイルは無添加）を用い、色揚げは行わなかった。

海水飼育魚の収容時の平均体重±標準偏差は、ニジアマ3N雄が537±124g、ニジアマ3N雌が400±74g、ニジイワ3N雄が899±157g、ニジイワ3N雌が766±138gであり、収容個体数はニジアマ3Nが雄雌混合で560尾、ニジイワ3Nが雄雌混合で440尾であった。

筋肉成分の測定

筋肉エキス成分測定のためのサンプリングは海水飼育終了時の5月に行い、海水飼育と淡水飼育の各魚種雄雌各々5尾（ただし、ニジイワ3N雄については1尾）について筋肉部分を氷冷下約18時間をかけて東京水産大学食品分析学研究室に搬送した。同研究室において、これらの筋肉の一般成分を分析するとともに抽出液を調整し、エキス成分の測定を行った。

筋肉の水分は常圧加熱乾燥法⁹⁾により測定した。筋肉の粗タンパクはケルダール法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、常圧加熱乾燥して抽出液を得た。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、この抽出液を用いて薄層クロマトグラフィ（シリカゲルG）により分析したが、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Shimadzu spot-scanner CS-9000により測定した。筋肉粗灰分は筋肉を電気炉にて550℃に加熱して求めた。

筋肉エキス成分は、エタノールにより抽出液を調整して分析した。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、これを減圧濃縮した後、蒸留水にて希釈した。¹⁰⁾ 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、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を用いて還元後、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型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246nmの波長で液体クロマトグラフィを用い、Asahipak GS-320カラム（0.2M NaH₂PO₄, pH3.0）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の指標とした。

結 果

筋肉エキス成分の測定に用いた供試魚の個体数と平均体重をTable 1に示した。また、サンプリングした海水飼育魚の一部とその筋肉をFigs.1～4に示した。海水飼

Table 1. Mean body weights (g) of two types of allotripleids from female houraimasu reared under freshwater and 20‰S seawater for chemical analyses

	Allotripleid from female houraimasu and male amago salmon		Allotripleid from female houraimasu and male Japanese char	
	Male	Female	Male	Female
Freshwater (29-month-old)*	557±32** (5)***	580±108(5)	688±52(5)	788±73(5)
20‰S seawater (29-month-old)	616±183(5)	1,408±202(5)	1,930(1)	2,012±306(5)

(*)*, sample age. **, means±standard deviation. (***)*, sample number.

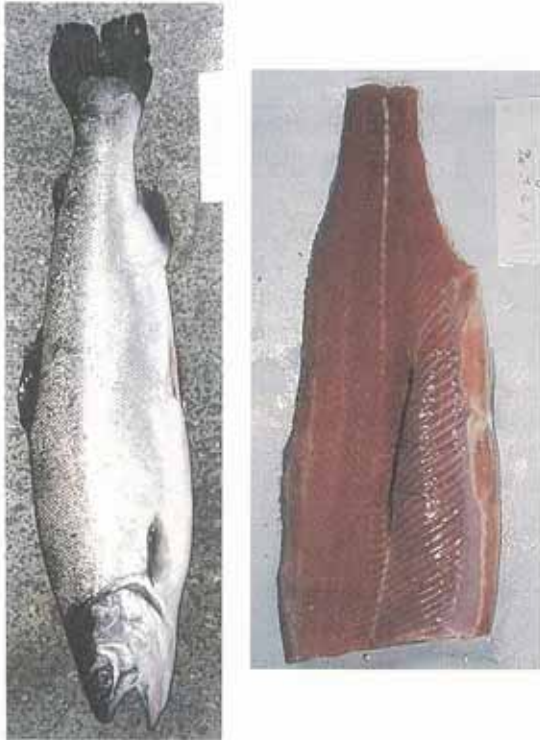


Fig.1 Female allotriploid (left) and its muscle (right) from female houraimasu and male amago salmon reared under seawater during six months.

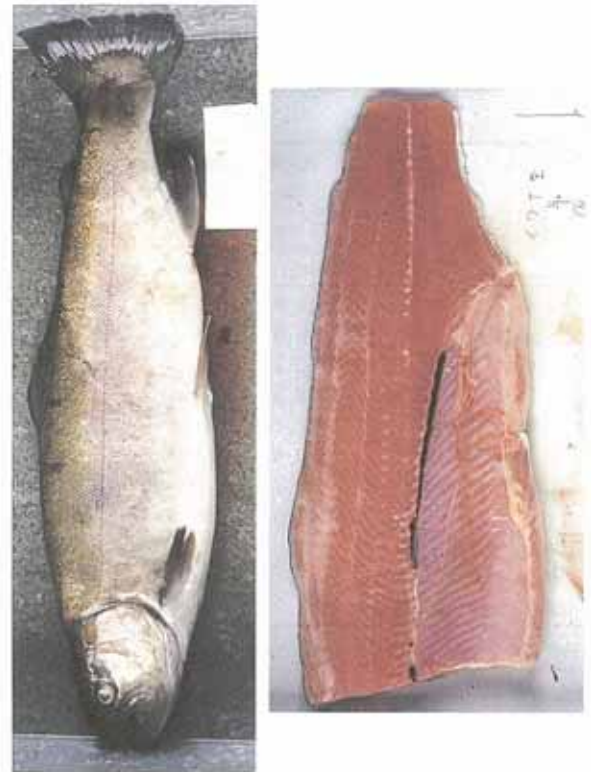


Fig.3 Female allotriploid (left) and its muscle (right) from female houraimasu and male Japanese char reared under seawater during six months.

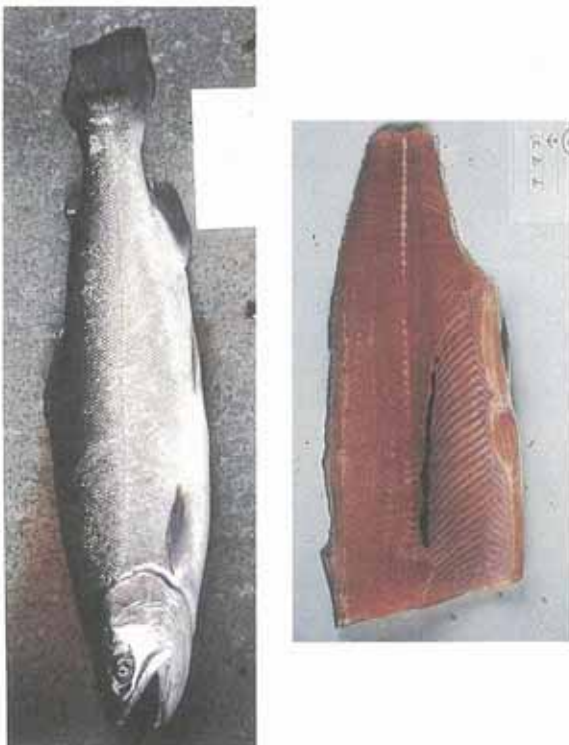


Fig.2 Male allotriploid (left) and its muscle (right) from female houraimasu and male amago salmon reared under seawater during six months.

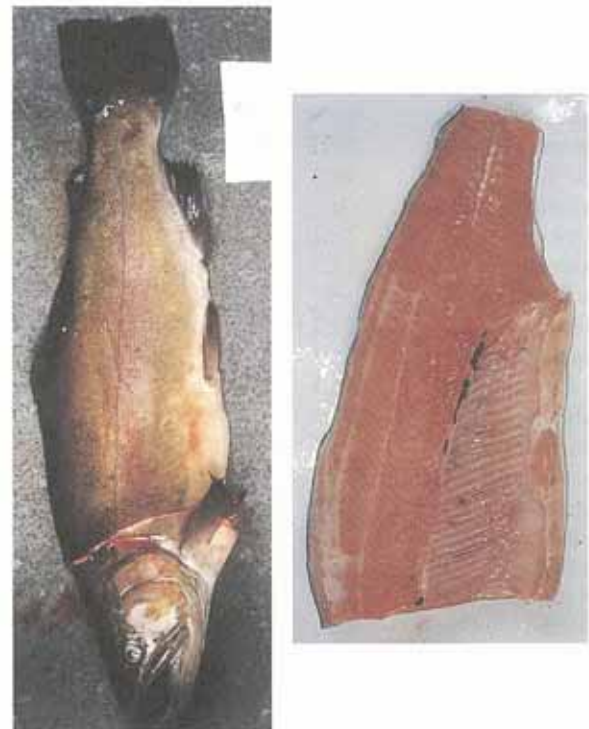


Fig.4 Male allotriploid (left) and its muscle (right) from female houraimasu and male Japanese char reared under seawater during six months.

Table 2. Moisture, crude protein, crude ash and lipid of the flesh of two types of allotriploids from female houraimasu reared under freshwater and 20‰ S seawater

	Allotriploid from female houraimasu and male amago salmon				Allotriploid from female houraimasu and male Japanese char			
	Freshwater		20‰ S seawater		Freshwater		20‰ S seawater	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
	(g/100g)							
Moisture	77.6±0.6	75.4±0.7	77.8±1.8	69.9±1.6	73.7±1.4	76.3±0.6	73	72.9±1.0
Crude protein	17.8±0.6	20.7±0.7	18.8±1.2	19.6±1.3	18.8±0.9	19.9±0.4	18.4	20.7±0.4
Ash	1.3±0.1	1.3±0.1	1.5±0.1	1.4±0.1	1.3±0.0	1.3±0.0	1.5	1.3±0.0
Total lipid	3.1±1.3	2.5±0.4	1.9±1.2	9.2±2.8	2.7±0.9	2.6±0.6	5.5	5.2±1.0
Triglyceride(%)	63.3±2.2	85.5±2.7	46.7±32.0	93.9±1.3	76.8±5.4	68.5±9.4	91.1	92.4±1.7
Free fatty acid(%)	14.5±0.6	3.1±0.3	2.3±2.0	0.1±0.1	7.5±2.0	10.0±5.0	0.1	0.0±0.1
1,2-Diglyceride(%)	3.0±0.7	2.1±0.1	1.3±1.0	0.2±0.1	2.5±0.1	2.8±0.4	0.3	0.3±0.1
Sterol(%)	4.8±0.5	1.8±0.2	5.0±2.8	0.8±0.2	3.1±0.8	4.4±1.5	0.8	0.9±0.2
Monoglyceride + phospholipid(%)	14.4±2.4	7.4±2.2	44.7±29.2	5.0±1.0	10.0±2.7	14.3±3.0	7.7	6.4±1.5
Sterol ester(%)	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.

tr., less than 1mg. Values are means±standard deviation.

Table 3. Free amino acids and related compounds of two types of the allotriploid from female houraimasu reared under freshwater and 20‰S seawater

	Allotriploid from female houraimasu and male amago salmon				Allotriploid from female houraimasu and male Japanese char			
	Freshwater		20‰S seawater		Freshwater		20‰S seawater	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
	(mg/100g)							
Taurine	83±23	23±8	39±38	32±4	59±31	33±10	30	31±4
Aspartic acid	1±0	1±0	2±4	1±0	1±0	1±0	tr.	1±0
Threonine	6±1	6±1	7±2	6±1	7±2	8±1	8	8±2
Serine	8±1	6±1	9±6	8±5	9±3	6±1	4	5±4
Asparagine	0	0	tr.	1±0	0	0	1	1±0
Glutamic acid	8±2	5±1	18±11	16±4	13±4	9±1	23	20±3
Glutamine	2±2	1±0	tr.	1±1	3±3	tr.	2	1±1
Glycine	40±12	25±3	55±27	27±10	71±33	51±10	54	36±15
Alanine	22±5	22±2	31±22	15±1	27±7	23±2	19	17±2
Citrulline	2±0	0	tr.	tr.	0	0	0	tr.
α-Aminobutyric acid	tr.	tr.	tr.	tr.	1±0	tr.	tr.	tr.
Valine	5±1	4±1	6±4	3±1	4±1	4±1	3	4±1
Methionine	2±1	1±0	tr.	tr.	1±0	2±0	tr.	tr.
Cystathionine	0	0	tr.	0	0	0	0	0
Isoleucine	2±1	2±0	3±3	2±0	2±1	2±0	2	2±0
Leucine	5±1	3±1	6±5	3±0	3±1	4±0	3	3±0
Tyrosine	4±1	4±1	4±1	3±1	2±1	3±1	2	2±1
β-Alanine	2±0	4±0	3±2	3±1	5±1	8±1	3	4±1
Phenylalanine	5±1	2±1	2±1	2±0	2±1	2±1	1	1±0
β-Aminobutyric acid	3±1	tr.	tr.	tr.	1±0	tr.	1	tr.
γ-Aminobutyric acid	1±0	0	tr.	0	tr.	tr.	0	0
Ethanolamine	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	0
Ornithine	1±0	1±0	1±1	2±0	1±0	1±0	3	2±1
π-Methylhistidine	1±0	4±1	2±1	1±0	3±1	9±2	1	2±1
Histidine	4±1	65±23	27±12	84±6	30±14	76±23	62	80±14
Lysine	31±5	10±4	7±4	7±1	23±13	14±4	10	13±5
τ-Methylhistidine	14±6	1±0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
Tryptophan	1±1	1±1	2±2	2±1	4±1	3±2	0	tr.
Anserine	289±22	416±41	440±121	464±106	245±76	382±37	434	459±68
Carnosine	1±0	tr.	1±1	1±1	1±2	0	3	1±1
Arginine	2±1	2±1	2±1	3±1	3±1	3±1	3	4±2
Proline	4±2	2±0	5±3	9±3	3±1	3±1	9	7±5
Total	549±91	611±91	672±272	696±148	524±198	647±99	681	704±131

tr., less than 1mg. Values are means±standard deviation.

育のニジアマ3N雌ではコバルトブルーの体色を呈する個体 (Fig.1) が認められた。色揚げによる肉色はサンプリングした個体の全てが深紅色を呈していた。海水飼育のニジアマ3N雄では一部に銀化した個体 (Fig.2) もみられたが、海水飼育、淡水飼育とも体幅が狭く、三枚に卸すと筋肉部分が薄かった。また、色揚げによる赤色は薄く、色むらのある個体が多く認められ、色揚げの効果は少なかった。海水飼育のニジイワ3N雌 (Fig.3) の体色は黄土色を呈した個体がほとんどであり、銀化していた個体は少なかった。肉色はピンク色であり、ニジアマ3N雌の肉色とは異なっていた。海水飼育のニジイワ3N雄 (Fig.4) はサンプリング時には1尾であったが、この雄では色揚げの程度は雌と同等であった。海水飼育魚の生殖腺指数については測定しなかったが、淡水飼育魚の生殖腺指数 (生殖腺重量×100/体重) は、ニジアマ3N雌が0.01~0.08, ニジアマ3N雄が0.09~0.42, ニジイワ3N雌が0.02~0.10, 0.13~0.38ニジイワ3N雄であった。サンプリング時は供試魚の親魚であるホウライマス、アマゴ、イワナの産卵期以外の時期にあたり、サンプリング時の供試魚の生殖腺指数は雄魚雌魚ともに、産卵期の生殖腺指数³⁾ に比べて低かった。なお、給餌時の観察で、ニジアマ3Nおよびニジイワ3Nの雄魚は、これらの雌魚に比べて海水飼育期間中の餌食いは劣っていた。雌魚では、こうした餌喰いの悪さから生じ

る成長遅滞と体色が銀化ではなく婚姻色を呈していたこと等による商品性の問題から、海水期間中の選別棄却で雄魚が優先的に廃棄された。

海水飼育、淡水飼育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含量を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。脂質含量では、ニジアマ3N, ニジイワ3Nともに海水飼育魚が淡水飼育魚よりも高かったが、これは海水飼育魚の餌料にはフィードオイルが添加されていたためと考えられた。また、海水飼育魚は淡水飼育魚に比べて水分が少なかった。

遊離アミノ酸とその関連物質としては、ニジアマ3N, ニジイワ3Nとも雌魚でグルタミン酸、プロリンの含量が海水飼育魚での値が大きい傾向が認められた。また、アンセリンの含量は、海水飼育魚でのばらつきは大きいものの、淡水飼育魚に比べて値の大きい傾向が認められた。 α -メチルヒスチジン、アラニンの含量は、海水飼育魚での値が小さい傾向が見られたが、淡水飼育魚との差は僅かであった。ニジアマ3Nおよびニジイワ3Nの雌魚、雄魚の総アミノ酸量は海水飼育魚が淡水飼育魚に勝っていたが、雄魚は、淡水飼育、海水飼育ともに雌魚よりも劣っていた。

無機成分では、ニジアマ3Nおよびニジイワ3Nの雄魚、雌魚ともに海水飼育魚で PO_4^{3-} 値が小さい傾向が

Table 4. Levels of creatine, ATP related compounds, trimethylamine oxide and other extracted components of two types of allotriploids from female houraimasu reared under freshwater and 20‰S seawater

	Allotriploid from female houraimasu and male amago salmon				Allotriploid from female houraimasu and male Japanese char			
	Freshwater		20‰S seawater		Freshwater		20‰S seawater	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Creatine	457±28	485±12	536±25	504±17	485±18	474±31	512	509±44
Creatinine	5±1	6±0	2±1	2±1	4±0	4±1	1	3±1
TMAO	18±5	25±3	21±4	25±6	22±3	23±1	32	30±7
TMA	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
Na ⁺	82±10	56±17	43±5	34±3	82±31	94±27	61	46±6
K ⁺	464±23	480±32	364±76	429±51	466±22	448±13	420	403±41
Cl ⁻	51±7	40±2	64±9	59±4	55±10	37±6	56	47±5
PO ₄ ³⁻	325±33	368±24	255±32	267±24	323±65	340±11	248	260±27
Lactic acid	280±57	295±29	321±69	390±98	337±46	311±19	373	336±77
ADP	52±15	31±9	43±11	38±3	30±5	32±10	35	33±8
IMP	134±22	154±20	138±44	147±10	119±27	127±26	127	151±15
Inosine	75±13	53±10	83±24	57±10	83±14	92±10	56	59±12
Hypoxanthine	4±1	3±1	4±0	3±1	4±2	5±1	4	3±1
Extractive nitrogen (Recovery%)	353±23	352±39	364±57	386±11	421±60	382±12	393	370±49
Dry matter (Recovery%)	2570±93	2740±66	2460±166	2540±159	2770±144	2820±189	2500	2470±214
	92±6	92±3	98±5	100±3	89±5	90±5	101	100±3

tr., less than 1mg. Values are means±standard deviation.

認められた。また、 Na^+ 、 K^+ についても同様の傾向があった。 Cl^- については、逆に淡水飼育魚で僅かながら値が大きい傾向が認められた。しかし、これらの差は僅かなものであった。

考 察

カンタキサンチン系の色揚げ剤を用いた海水飼育魚でのニジアマ3Nの肉色とニジイワ3Nの肉色を比較すると、ニジアマ3Nが深紅色、ニジイワ3Nがピンク色と色揚げの効果は異なっていた。これは、ニジマス、アマゴなどでは深紅色、イワナでは橙赤色と魚種により色揚げ時の肉色は若干異なると一般的には言われており、異質三倍体魚に見られた肉色の違いは、親魚とした魚種の特徴が現れたものと思われた。また、雄魚で色揚げの効果が少なかったのは、餌食いが悪いために色揚げ剤の摂取不足に陥ったこと、また、成熟に伴う影響等が考えられた。

海水飼育魚では、 α -メチルヒスチジン、アラニン等のアミノ酸は淡水飼育魚に比べて値が小さくなったものの、グルタミン酸、プロリン、アンセリン等の値が大きくなり、関連物質を含めた総アミノ酸量は淡水飼育魚を上回っていた。ニジマス、ウグイおよびウナギの海水馴化による総アミノ酸量について、阿部ら¹³⁾はウナギで約1.4倍、ニジマスでは約2倍に増加し、中でもヒスチジンはウナギで2倍、ニジマスでは約5倍に増加したことを報告している。約2倍の増加を示したニジマスの例に比べて少ないものの、海水飼育を行った異質三倍体魚においても総アミノ酸量が淡水飼育魚よりも大きい値を示したことから、海水飼育により総アミノ酸量は増加したものと考えられた。なお、雄魚の総アミノ酸量は、海水飼育魚、淡水飼育魚ともに雌魚の値よりも低く、また色揚げの効果も低いことから、海水飼育による総アミノ酸量の増加は見られたものの雌魚に比べて商品性は低いと考えられた。供試魚については、サンプリング時点で産卵期にみられる生殖腺指数の上昇もなかったことから、サンプリング時点では成熟などに伴う筋肉成分の変化はなかったと思われた。しかしながら、雄魚では海水飼育期間の前半における成熟の影響が、海水飼育期間の後半においても及んでいることは考えられた。山口¹⁴⁾は、20人のパネラーを用いて、グルタミン酸とイノシン酸の相乗効果について、グルタミン酸とイノシン酸の混合液の総量を0.05g/100mlとした場合では、イノシン酸が総量の30~70%の範囲において、それ以外の場合の7~8倍強い旨味が感じられたとしている。海水飼育魚の

グルタミン酸とイノシン酸は、淡水飼育魚に比べて若干ながら増加している傾向が認められ、旨味の相乗効果が海水飼育魚では強められている可能性も考えられた。

異質三倍体魚の海水適応能として、人工海水（塩分濃度12~15%）に24時間浸漬した場合の血漿浸透圧および Na^+ を測定したところ、親魚種のホウライマス、アマゴ、イワナと比べて大差はないことが報告されている。¹⁵⁾異質三倍体魚の筋肉無機成分では、淡水飼育魚と海水飼育魚の間には顕著な差は認められず、浸透圧調整の結果により、海水飼育による筋肉組織の無機成分への影響はほとんどなかったと推定された。

以上の結果から、ニジアマ3Nおよびニジイワ3Nの雌魚については、海水飼育による総アミノ酸量の増加傾向が認められ、海水飼育により呈味の改善が図られると推定された。また、これら雌魚は不妊のため、成熟による餌食いの低下、色揚げ効果の低下等の影響もないことから、海水飼育による商品性の向上は可能と考えられた。なお、三倍体魚等の飼育については自然環境への逃亡散逸を防止する必要があるため、自然環境から隔離された状態で飼育することが求められている。今回行った海水汲み上げ式陸上水槽での飼育はこれらの条件を満たすと思われるが、揚水ポンプの電気代を含めた維持経費が必要とされ、海水飼育に伴うコストを含め飼育方法の検討が必要とされる。

要 約

ホウライマスを雌親とするニジアマ3Nおよびニジイワ3Nの異質三倍体魚について6カ月間の海水飼育を行い、これらの筋肉エキス成分を淡水飼育魚と比較した。筋肉の無機成分は海水飼育魚と淡水飼育魚の間に大きな差は認められず、これは浸透圧調整によるものと思われた。海水飼育魚ではアミノ酸のうち α -メチルヒスチジン、アラニン等のアミノ酸は淡水飼育魚に比べて値が小さくなったものの、グルタミン酸、プロリン、アンセリン等の値が大きくなり、関連物質を含めた総アミノ酸量は淡水飼育魚を上回った。雄魚は、雌魚に比べて淡水飼育、海水飼育ともに総アミノ酸量は低く、海水飼育による効果は低かった。海水飼育魚では総アミノ酸量が高い傾向が見られたことから、異質三倍体魚においても海水飼育により呈味の改善が図られると推定された。

謝 辞

本試験を行うにあたり、愛知県淡水養殖漁業協同組合

小堀彰彦常務理事および渥美養魚株式会社犬塚正夫場長には多大なる助力と配慮を賜りました。ここに謝意を表します。

文 献

- 1) 服部克也 (1991) ホウライマスとイワナ間での異質三倍体におけるアロザイムおよび無斑遺伝子の発現に関する研究。水産育種, 16, 43-50.
- 2) Hattori, K., Shirai, T., Kanda, F., Suzuki, T., Hirano, T. and Seko, Y. (1996) Spot-less allotriploids from female houraimasu (non-spotted rainbow trout) and male amago salmon are marketable. 投稿中.
- 3) 服部克也・岩田靖宏・水野正之・峯島史明 (1995) ホウライマスを雌親とする異質三倍体魚の成熟。愛知水試研報, 2, 33-40.
- 4) 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, 57-70.
- 5) 野田宏行 (1985) ニジマスの肉質改善について。第10回養鱒技術協議会要録, 岐阜県, pp.66-76.
- 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, pp.534-535.
- 7) AOAC (1965) Official method of analysis of the association of official agricultural chemists, 10 th ed. Association of official agricultural chemists, Washington D.C., pp 273 & 744-745.
- 8) Bligh E. G. and Dyer W. J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification, *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917.
- 9) Konosu, S., Yamaguchi, K., Fuke, S. and Shirai, T. (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., Fuke, S., Yamaguchi, K. and Konosu, S. (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, pp208-209
- 12) 川村 亮 (1975) リンの定量。食品学実験法, 朝倉書店, 東京, pp56-58
- 13) Abe, H. and Ohhama, S. (1987) Effect of starvation and sea-water acclimation on the concentration of free L-histidine and related dipeptide in the muscle of eel, rainbow trout and Japanese dace. *Comp. Biochem. Physiol.*, 88 B, 507-511.
- 14) Yamaguchi, S. (1967) The synergistic taste effect of monosodium glutamate and disodium 5'-inosine. *J. Food Sci.*, 32, 473-478.
- 15) 服部克也・舞田正志 (1996) ホウライマスを雌親とする異質三倍体魚の塩分適応能および成長に及ぼす水温の影響。愛知水試研報, 3, 43-48.

