

天然および放流再捕ヒラメにおける体成分の比較検討

野内 孝則・二平 章

Comparison of the Muscle Constituents of Hatchery Released and Wild Japanese Flounder, *Paralichthys olivaceus*

Takanori YANAI and Akira NIHIRA

Abstract

This experiment compared the general constituents, breaking strength of muscle, and free amino acid composition which affect the taste component in captured wild and released artificial seedlings of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. There is furthermore comparison among cultured fish, released artificial fish before and 48 days after release, respectively. The results are as follows;

No difference was known in the general constituents (moisture, crude lipid, ash and crude protein), free amino acid composition, breaking strength of muscle and in sensory tests (taste tests) of wild and released artificial seedlings of Japanese flounder. A difference in the free amino acid composition was known between artificial seedlings at the before release and the wild Japanese flounder, however, no difference in the free amino acid composition was known between artificial seedlings 48 days after release and the wild Japanese flounder, suggesting that a rapid change in muscle constituents is caused by the transition to natural feed after release. Comparing cultured and the wild Japanese flounder, the breaking strength of muscle of the cultured fish was weaker and muscle texture was softer giving the meat a more inferior quality. As for free amino acids, in cultured fish the taurine content was little but those of serine, asparagine, alanine and anserine were much, revealing a difference in the constituent composition. Of the free amino acids, taurine decreased between the release size of about 10cm and the capture size of 30cm or more, leading to the conjecture that dietary changes have an effect on taurine content.

Key words : Japanese flounder, stock enhancement, hatchery-reared fish, breaking strength, free amino acids, taurine

はじめに

人工種苗生産技術の着実な進歩により安定的な種苗生産が確保され、大規模なヒラメ種苗の放流が全国的に行われるようになってきている。茨城県では、1996年より人工種苗放流事業が実施され、1997年秋以降の1歳魚に占める放流魚の混獲率は、20~40%を示している(二平ら; 1999)。しかし、人工種苗魚は、天然魚に比べて生理学的、生化学的にまた、形態や行動において差のあることが知られ(中野; 1993)、特にヒラメでは人工種苗魚には外観的に無眼側が黒化する体色異常個体が出現する(青海; 1990, 福島県; 1987)。人工種苗魚は、放流後も体色異常が残り漁獲後に識別される(図1)ことから、放流効果の把握には役立つものの、その色合いから養殖魚と同様市場価値が低く扱われている。これまでは、天然魚と養殖魚の品質等に関する比較検討は、マダイ、ブリ、アユ等で数多く行われ、ヒラメについては、佐藤ら

(1986)が天然及び養殖魚の栄養成分の比較を行った他、畑江ら(1989)が天然魚と養殖魚のテクスチャーの比較、青木ら(1991)が数種の魚種とともに成分の比較、井岡ら(1997)が餌料の異なる養殖魚の成分について比較検討を行っている。しかし、人工種苗放流魚が商品サイズとなって漁獲された魚と天然魚に関する比較検討はほとんど行われていない。

そこで本研究では、天然魚と放流されて漁獲された魚の品質特性を明らかにするため、その成分特性の比較検討を行った。

方 法

1. 供試魚

市場での水揚魚は、1998年4月から1999年1月に那珂湊、磯崎及び大洗魚市場で採集した。採集魚は、無眼側体色によって正常なものを「天然魚」、黒化した個体を

「放流魚」として識別し、個体毎に分析を行った。

放流前の人工種苗（以下「放流前魚」）は、1998年5月に茨城県栽培漁業センターで採卵し、初期餌料としてシオミズツボウムシ、その後アルテミア、次いで人工飼料により育成して全長約10cmに成長した種苗を用いた。放流前魚は、1998年9月から10月の間に4回採取し、約30個体を混合して同一試料とした。大洗町地先では、栽培漁業センターで生産した人工種苗を1998年9月11日に78,100尾（平均全長：93.4mm）放流を行った。放流後の人工種苗について検討するため、放流48日後の同年10月29日に放流海域において調査船による底曳網で採取した天然魚及び人工種苗魚（以下「放流再捕魚」）を各試料とした。

養殖魚は、茨城県水産試験場浅海増殖部で1995年5月に採卵し、1995年7月から1998年11月まで栽培漁業センターにおいて人工飼料（ペレット）を餌として飼育したヒラメを1998年11月26日に取り上げ延髄刺殺し、さらに尾部血管を切断して脱血させた後、氷蔵で2時間保管後試験に供した。

2. 試料の調整法

全長30cm以上の魚は、有眼側の頭部、皮、骨、内臓、縁側（背鰭・臀鰭の運動に関わる筋肉組織）等を除く普通筋を採取、均質化し、真空包装後、 -80°C 冷凍庫に保管し、適宜分析に供した。30cm未満魚は、有眼側、無眼側両面の普通筋を採取し同様に調整した。

3. 一般成分の分析

水分は 105°C における常圧加熱乾燥法、粗脂肪はソックスレー・エーテル抽出法、灰分は 550°C 灰化法によって定量した。粗タンパク質はケルダール法によって全窒素を求め、係数6.25を乗じて得た。

4. 遊離アミノ酸

筋肉5gを10%過塩素酸で除タンパク後、 $3000\times\text{g}$ で10分間遠心分離を行い上清を回収した。残った沈殿に5%過塩素酸を加え同様に2回繰り返し抽出した。上清を合わせて50mlとし、水酸化カリウムで $\text{pH}2.2$ に調整したのちフィルター（ $0.45\mu\text{m}$ ）で濾過したサンプルについて島津製作所ALC-1000アミノ酸分析機により遊離アミノ酸量を測定した。

5. 破断強度

有眼側背部の胸鰭後端部の普通筋から体軸方向に対して垂直に1cmの筋肉を切りだし、カッターの替え刃の背側で1mm/secのテーブル速度で切りだした筋肉を切断し、その際に生じた最大荷重を破断強度とした。なお、切断面は、体側筋の同心円状に形成された筋隔中心部について2カ所行い（図2）、その平均を破断強度とした。また、破断強度の測定は、サン科学CR-200Dレオメーターにより行った。なお、破断強度の経過時間による変化試験では、筋肉を 5°C で保管し、測定時間にあわせて

取り出して測定した。

6. 官能検査

漁獲後氷蔵で1日経過したヒラメの無眼側背部普通筋について約3mmの厚みにスライスし刺身として用いた。それを被検査者に通常の方法で食させた上で「どちらがおいしいか（食品として好ましいか）」に対する回答を得た。また、試料採取を行ったヒラメの骨、頭部、縁側について天然魚と放流魚が同じ重量となるよう調整した煮熟液（あら汁）を作成し、同様に検査した。

結 果

1. 天然魚と放流魚の比較

市場水揚魚について天然魚と放流魚に識別し、全長、体重、一般成分を測定した結果を表1に示した。

(1) 一般成分

一般成分の測定結果を図3に示した。水分は、天然魚は75.2~79.4%、放流魚は75.2~79.6%の範囲にあり、7月6日の供試魚でやや低くなっていた。また、測定日毎の調査では個体差はあるものの、天然魚と放流魚の間には、特に差異は認められなかった。粗脂肪は、天然魚、放流魚ともに1%未満の数値で推移しており、若干の増減はあるものの、天然魚と放流魚の間には特に差異は認められなかった。粗タンパク質は、天然魚は19.0~23.1%、放流魚は18.7~23.5%の範囲にあり、天然魚、放流魚ともに7月6日の供試魚でやや高い傾向が認められたが、天然魚と放流魚には特に差異は認められなかった。灰分は、天然魚は1.3~1.5%、放流魚は1.2~1.5%の範囲にあり、天然魚と放流魚には特に差異は認められなかった。

(2) 遊離アミノ酸

遊離アミノ酸の測定結果を表2a、表2b、図4に示した。遊離アミノ酸の含有量は、タウリンが最も多く天然魚で138.9~225.4mg/100g、放流魚で147.7~251.8mg/100gの範囲であった。タウリンについては、季節変動はそれほど大きくはなかったが、遊離アミノ酸のうち、スレオニン、グルタミン酸、プロリン、アラニン、ヒスチジン、リジン等は測定日毎の変動が大きかった。変動の傾向は、天然魚、放流魚ともに同様の傾向を示しており、天然魚と放流魚との間には特に差異は認められなかった。また、その他の遊離アミノ酸についても個体間のばらつきは大きいものの、天然魚と放流魚は同様の傾向を示しており、特に差異は認められなかった。

(3) 破断強度

天然魚が0.34~0.86kg、放流魚が0.26~1.00kgを示しばらつきが大きかった。一般成分の粗タンパク質分析値と同様7月6日の測定時にやや高い傾向を示したが、各測定日毎の結果からは天然魚と放流魚の間には特に差異は認められなかった（図5）。



天然魚

放流再捕魚

図1 天然魚と人工種苗放流再捕魚の体色

表1 供試ヒラメの全長，体重，一般成分，破断強度

		全長(cm)	体重(g)	水分(%)	脂肪分(%)	灰分(%)	タンパク質(%)	破断強度(kg)
天然魚	1998. Apr. 21	35.6	480.0	76.6	0.6	1.3	21.3	0.59
		38.0	560.0	78.2	0.5	1.3	20.4	0.67
	May 7	31.2	327.1	76.4	0.8	1.3	21.4	0.40
		35.2	492.5	78.0	0.5	1.3	20.3	0.37
	May 20	42.6	1,220.0	76.7	0.8	1.3	21.4	0.74
		38.4	600.0	76.1	0.6	1.4	22.0	0.67
	July 6	40.8	710.0	75.2	0.7	1.5	23.1	0.86
		39.2	690.0	76.1	0.8	1.4	20.0	0.63
	Sep. 21	45.4	980.0	77.6	0.2	1.4	21.0	0.86
	Nov. 17	34.0	358.0	77.5	0.2	1.3	19.7	0.45
		31.6	311.6	78.1	0.3	1.3	19.9	0.58
		36.1	452.0	76.9	0.3	1.4	21.2	0.69
	Dec. 24	32.5	373.5	78.2	0.4	1.3	19.7	0.38
		34.3	412.0	77.1	0.4	1.4	21.8	0.48
		33.4	356.1	79.4	0.3	1.3	19.0	0.35
1999. Jan. 11	36.5	532.1	78.8	0.4	1.3	19.9	0.34	
	33.0	348.5	78.8	0.4	1.4	20.0	0.35	
	38.6	659.4	77.6	0.5	1.3	20.6	0.49	
放流魚	1998. Apr. 21	36.0	540.0	78.3	0.4	1.3	19.6	0.65
		37.2	590.0	78.6	0.3	1.2	19.3	0.63
		39.8	680.0	77.9	0.5	1.3	20.1	0.69
	May 7	31.4	342.0	78.6	0.6	1.3	19.7	0.44
		36.8	586.0	77.6	0.6	1.3	20.0	0.63
	May 20	38.2	580.0	76.7	0.5	1.4	21.6	0.76
		41.0	700.0	76.0	0.9	1.4	22.5	0.71
	July 6	38.6	690.0	76.0	0.9	1.4	22.4	0.79
		39.8	640.0	75.2	0.6	1.5	23.5	1.00
	Sep. 21	45.0	860.0	77.8	0.3	1.3	20.8	0.84
	Nov. 17	34.2	357.6	78.9	0.2	1.3	20.1	0.53
		33.9	371.0	77.9	0.3	1.3	20.4	0.40
		36.4	453.3	77.0	0.3	1.4	19.7	0.79
	Dec. 24	32.2	378.5	78.2	0.4	1.3	18.9	0.26
		33.2	387.5	78.3	0.4	1.3	19.8	0.51
32.7		326.7	79.1	0.4	1.3	18.7	0.36	
1999. Jan. 11	35.4	401.0	79.0	0.4	1.3	20.0	0.44	
	32.8	333.4	79.6	0.3	1.3	19.3	0.40	
	38.9	509.3	78.7	0.4	1.4	19.9	0.41	

(4) 官能検査

官能検査は、「天然魚と放流魚のどちらがおいしく感じるか」という点について調査した。刺身では、全ての検査時に天然魚と放流魚についてどちらの嗜好性にも差異がないとの結果を得た(図6)。あら汁の検査結果でも嗜好性に差異は認められなかった(表3)。検査対象者の内訳から、刺身で感じた「うまみ」があら汁では、異

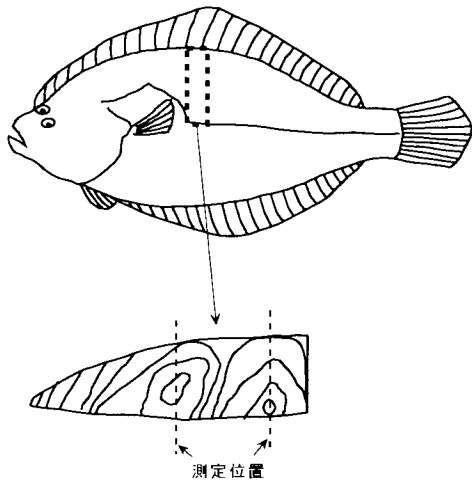


図2 破断強度の測定方法

なった「うまみ」となって感じられた場合もあった(表3)。

2. 放流前魚と天然魚および放流再捕魚との比較

(1) 一般成分

表4に放流前魚、天然魚及び放流再捕魚の全長、体重、一般成分を示した。一般成分の分析からは、放流前魚の粗脂肪分がやや高かったが、水分、灰分、粗タンパク質については、放流前魚と天然魚及び放流再捕魚との差異は明確ではなかった。

(2) 遊離アミノ酸

結果を表5、図7、8に示した。天然魚と放流再捕魚は、ほとんど同様の組成であった。しかし、放流前魚は、天然魚及び放流再捕魚に比べて、タウリンの含有量が約30%と低かった。タウリン以外の遊離アミノ酸では、放流前魚が天然魚、放流再捕魚に比べてアスパラギン酸：9.1倍、ヒドロキシプロリン：9.6倍、スレオニン：7.2倍、プロリン：4.1倍、グリシン4.5倍、アラニン：5.0倍、バリン：6.5倍、シスチン：19.2倍、イソロイシン：8.0倍、シスタチオン：12.5倍、ロイシン：14.3倍、チロシン：9.9倍、フェニルアラニン：10.6倍、ヒスチジン：4.5倍、リジン：5.4倍と多量に含有していた。また、放流前魚では、天然魚、放流再捕魚には確認できな

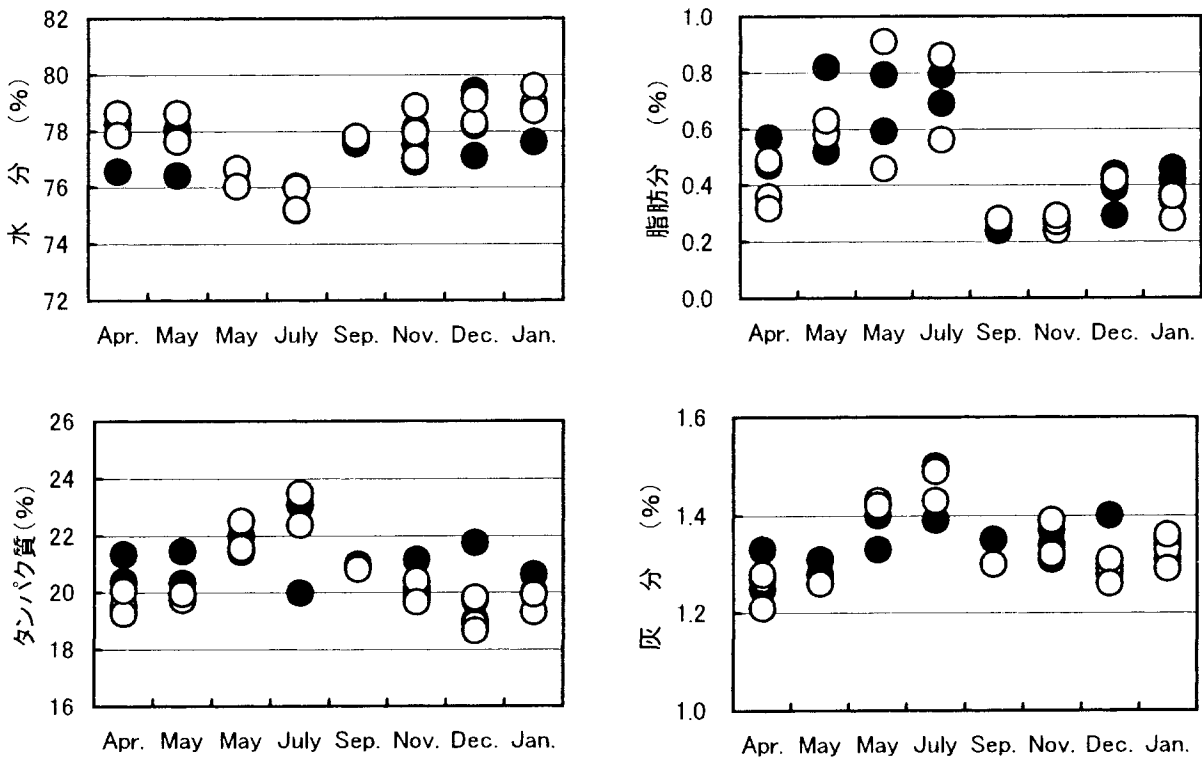


図3 天然および放流ヒラメにおける一般成分の比較 (●：天然魚、○：放流魚)

表 2 a 天然ヒラメにおける遊離アミノ酸の推移

採取日 全長(cm)	(単位:mg/100g)															
	1998. Apr. 21	May 7	May 20	July 6		Sep. 21	Nov. 17		Dec. 24		1999. Jan. 11					
Phosphoserine	1.3	0.3	1.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	36.1	32.5	34.3	33.4	36.5	33	38.6
Taurine	205.4	186.3	180.2	170.0	188.2	161.8	176.3	221.5	181.0	175.2	185.1	172.0	150.2	225.4	225.4	138.9
Phosphoethanolamine	1.2	1.1	0.9	1.0	0.7	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	1.2	0.7	0.9	1.4	1.2	1.1
Asparatic acid	1.3	1.1	1.0	1.1	1.1	0.7	0.6	1.6	0.4	0.4	1.4	0.5	0.9	0.6	0.6	0.5
Hydroxy-proline	3.2	1.9	3.4	1.8	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	2.3	0.3	0.3	5.2	5.9	4.7	4.1
Threonine	16.4	10.7	14.4	6.1	12.3	2.7	1.4	2.0	1.5	7.1	1.3	2.7	8.1	8.1	9.6	10.4
Serine	9.6	7.0	8.0	7.4	3.1	4.5	1.6	3.2	3.2	3.6	2.3	2.6	11.3	9.2	9.2	7.6
Asparagine																
Glutamic acid	11.1	18.8	13.2	6.6	5.2	5.9	3.1	5.2	6.0	6.9	3.9	5.1	8.5	10.8	8.6	8.6
Sarcosine	0.8	0.8	2.0	2.0	2.9	1.2	2.3	1.1	1.6	1.2	1.4	1.6	0.2	0.2	2.7	2.7
γ -aminoadipic acid	1.7	1.0	1.6	1.4	1.4	1.1	1.0	1.6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	2.2	2.2	2.2
Proline	10.8	3.3	9.8	2.2	5.5	2.1	1.2	1.4	1.2	6.5	0.7	1.8	6.1	6.8	15.1	15.1
Glycine	15.9	5.3	32.6	4.7	7.1	3.1	9.5	5.2	8.8	11.7	7.5	13.9	16.5	16.1	4.8	4.8
Alanine	33.1	23.2	32.3	17.0	14.6	18.2	10.6	11.7	12.5	20.4	11.8	12.6	18.3	14.7	7.4	7.4
Citrulline																6.9
α -amino-n-butyric acid	0.2		0.3	0.3	0.2	0.2			0.2	0.1	0.2	0.7	0.6	0.5	0.2	0.2
Valine	3.0	5.2	5.3	2.4	2.6	2.9	1.3	1.3	1.0	2.7	0.9	1.6	1.5	2.0	1.8	1.8
Methionine																
Cystine	4.3	6.8	3.7	3.3	2.1	2.0	0.8	1.1	0.8	0.3	0.2	0.5	0.7	0.6	1.5	1.5
Isoleucine	1.6	2.7	2.6	1.2	2.0	2.0	0.5	0.6	0.6	0.9	0.4	0.5	0.7	0.6	1.1	1.8
Cystathionine	12.1	5.7	15.9	12.8	22.6	2.0	0.5	0.6	3.4	5.8	0.7	0.5	9.7	8.3	7.7	1.3
Leucine	3.9	7.2	7.2	2.9	2.9	3.1	1.0	1.1	1.1	3.0	0.8	1.3	1.4	2.0	3.4	3.4
Tyrosine	2.7	4.8	5.1	2.2	2.5	2.1	1.3	1.5	0.8	2.4	0.7	0.8	1.5	1.3	1.1	1.1
Phenylalanine	1.7	1.4	4.3	1.7	1.7	1.6	0.8	0.9	0.6	1.8	0.7	0.7	1.1	1.1	1.4	1.4
β -Alanine	0.3	0.4	0.5	0.7	0.4	0.8	0.4	0.9	0.5	0.7	0.6	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4
β -amino-iso-butyric acid	0.8	0.6	0.7	1.3	1.1	0.4	0.3	0.9	0.6	0.6	0.4	0.6	1.0	0.7	0.7	0.7
γ -amino-n-butyric acid	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Histidine	12.6	6.3	12.3	1.4	8.3	1.9	0.8	0.8	0.8	6.3	0.7	2.5	1.2	3.1	2.8	2.8
Carnosine																
Anserine				0.2		1.4	0.7				0.3				1.1	0.8
Hydroxylysine	0.2		0.2													
Ornithine	19.0	14.8	13.2	18.7	15.9	4.6	0.8	0.9	3.4	8.7	1.7	6.7	13.1	7.6	16.8	16.8
Lysine	55.1	39.4	47.5	48.9	78.3	7.4	1.7	2.8	7.0	23.0	5.8	16.3	23.1	24.2	29.7	29.7
Arginine	5.7	5.2	9.0	16.3										5.6	14.2	14.2
Total	434.0	320.1	411.9	444.8	350.9	395.9	243.1	247.3	224.4	218.7	267.9	239.1	283.8	361.5	289.4	289.4

表 2 b 放流ヒラメにおける遊離アミノ酸の推移

採取日 全長(cm)	1998. Apr. 21		May 7		May 20		July 6		Sep. 21		Nov. 17		Dec. 24		1999. Jan. 11				
	36	37.2	39.8	31.4	36.8	38.2	41	38.6	39.8	45	34.2	33.9	36.4	32.2	33.2	32.7	35.4	32.8	38.9
Phosphoserine	1.3	1.1	1.2	0.7	1.3	1.3	1.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.3	1.2	1.2	1.3	1.1	1.1	1.2
Taurine	181.0	188.2	164.2	211.7	161.5	206.0	200.6	251.8	203.3	165.4	161.5	203.2	173.7	187.6	156.3	147.7	208.6	198.6	200.4
Phosphoethanolamine	1.3	1.0	1.3	1.0	1.1	1.0	0.9	1.1	0.8	0.5	0.5	0.6	0.7	1.2	1.0	1.1	0.9	0.9	1.0
Aspartic acid	1.9	0.6	1.1	1.2	0.8	1.7	0.5	0.9	1.3	1.1	0.7	1.7	0.5	1.4	1.2	1.1	0.9	0.7	0.5
Hydroxy-proline	4.1	3.5	3.3	0.5	0.8	2.1	0.4	0.6	0.3	0.4	2.5	6.3	4.6	2.5	6.3	4.6	0.3	0.1	4.7
Threonine	21.3	8.7	20.7	7.8	8.8	9.7	3.2	5.0	5.7	2.4	1.8	1.7	1.7	4.4	6.2	6.0	1.6	2.6	5.0
Serine	8.5	3.6	6.0	6.5	5.7	4.0	3.8	5.7	6.3	5.8	2.0	2.4	2.2	4.4	8.0	3.2	2.4	2.5	5.2
Asparagine		4.9																	
Glutamic acid	13.9	6.8	8.4	12.3	7.8	6.2	3.0	3.2	7.9	11.7	5.8	7.2	4.9	8.1	8.4	7.8	7.6	5.9	6.0
Sarcosine	1.2	0.7	3.0		1.3	6.7	2.0	2.2	1.5	1.6	0.9	1.0	0.8	3.3	3.9	2.3	1.4	1.0	0.3
γ-aminoadipic acid	1.2	0.9						0.8		0.6	1.2	1.3	1.1						1.7
Proline	13.0	9.5	10.6	4.6	6.7	7.0	3.4	2.9	6.5	1.8	1.0	0.9	0.9	2.8	6.1	4.9	1.0	1.6	2.6
Glycine	7.3	4.3	9.9	1.3	6.3	6.9	2.3	9.8	7.6	4.4	8.3	8.6	9.5	13.8	14.2	17.9	7.4	3.2	20.8
Alanine	32.3	15.8	29.3	24.5	26.7	21.7	15.2	16.2	25.0	16.1	13.4	10.5	11.1	16.2	18.1	15.4	12.8	12.7	8.9
Citrulline																			
α-amino-n-butyric acid	0.4	0.2		0.3		0.1					0.1			0.5	0.5	0.3			0.2
Valine	4.7	2.1	3.5	2.4	2.6	3.2	3.6	2.5	6.2	2.5	1.3	1.3	1.0	1.9	2.4	1.6	1.4	2.2	0.9
Methionine						1.5		0.4	1.8		0.1			0.4	0.2	0.3			0.1
Cystine	6.3	1.9	4.9	4.1	2.1	4.8	3.1	1.6	3.2	2.1	0.6	0.6	0.6	1.3	1.2	0.6	0.8	1.7	0.5
Isoleucine	2.7	1.2	1.9	1.3	0.9	1.8	2.8	1.3	6.6	2.7	1.0	0.9	0.6	1.1	1.3	0.8	1.0	1.4	0.5
Cystathionine	17.0	7.7	17.0	9.3	21.0	30.4					1.5	0.8	1.1	21.0	16.8	12.2			5.2
Leucine	6.3	2.7	4.4	3.1	3.1	4.1	4.1	2.4	7.8	3.4	1.6	1.5	1.1	1.8	2.5	1.4	1.6	2.5	0.9
Tyrosine	4.2	1.9	4.4	2.2	1.2	2.8	1.5	1.9	3.4	2.1	1.6	0.9	0.9	1.4	1.3	1.3	1.1	1.2	0.9
Phenylalanine	3.4	1.4	2.2	2.1	1.5	2.3	1.5	1.7	2.8	1.4	0.9	0.8	0.7	1.4	1.4	1.2	1.0	1.3	0.7
Bal	0.3	0.2	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.9	0.9	0.7	0.5	0.5	0.4	0.8	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5
β-amino-iso-butyric acid	1.0	0.6	1.0	0.6	1.0	0.6	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.6	0.7	0.9	1.2	0.4	0.6	0.6
γ-amino-n-butyric acid	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Gaa	20.4	16.0	23.6	8.4	16.8	11.9	2.0	2.4	2.8	1.9	1.0	1.0	1.0	2.2	1.6	5.1	0.9	1.0	1.1
Histidine																			
Carnosine																			
Anserine	6.1		7.0	0.3	0.5	0.6				0.5	0.4	0.7		0.9	1.2	1.3	0.4		7.6
Hydroxylysine	0.2																		
Ornithine	20.2	1.32	28.4	16.3	18.7	17.8	4.7	6.4	5.6	1.4	4.6	3.8	2.3	12.1	10.7	14.8			7.6
Lysine	65.8	35.9	55.5	30.9	83.9	28.8	13.1	17.5	18.5	9.8	13.4	8.8	4.5	21.8	14.8	47.6	4.2	3.9	11.5
Arginine	9.2		6.0	6.0		0.9										8.6			
Total	456.5	314.5	419.1	359.8	382.4	385.6	273.8	338.9	326.9	240.6	226.1	261.0	222.0	316.3	288.0	312.4	259.5	246.5	297.0

(単位:mg/100g)

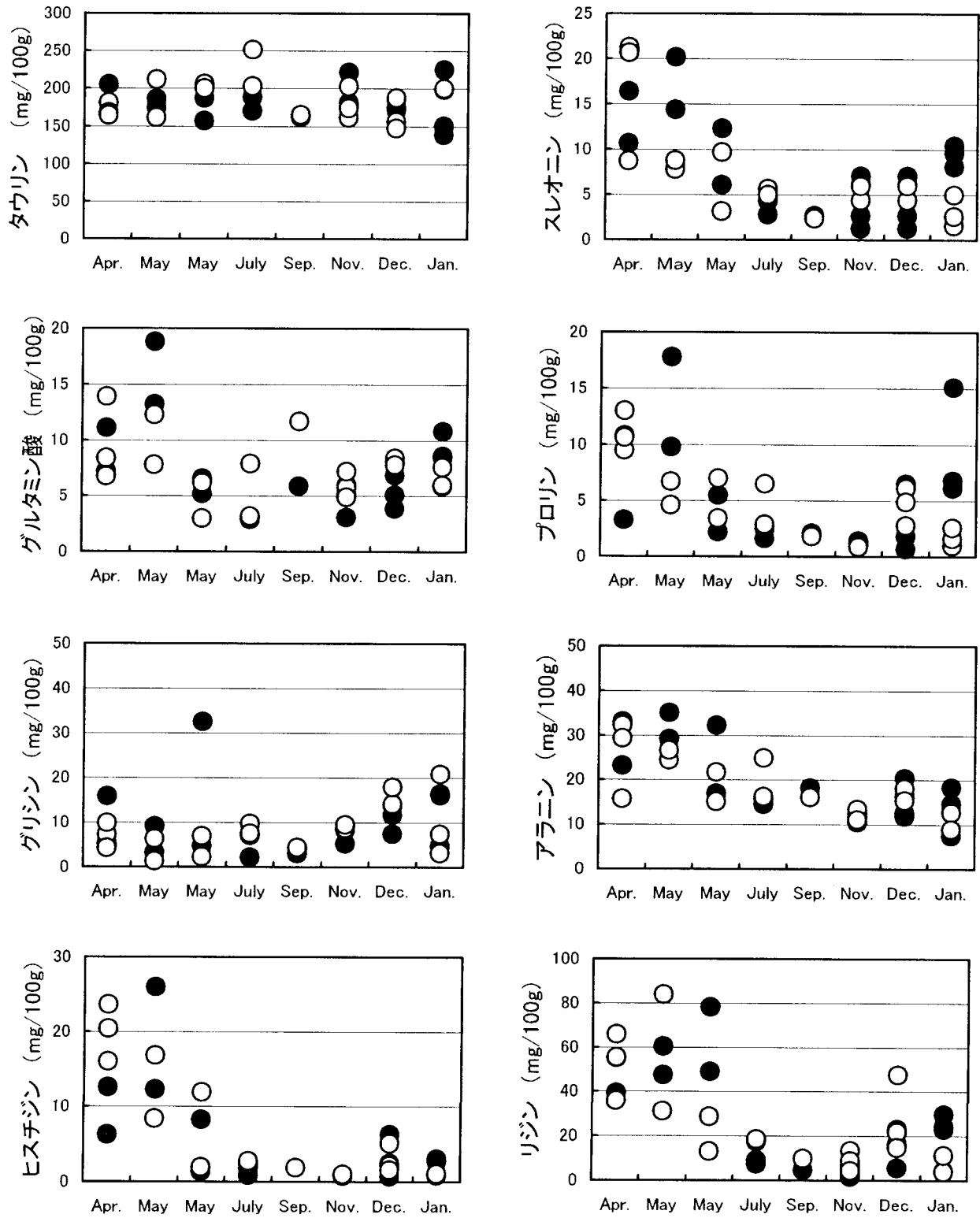


図4 天然および放流ヒラメにおける遊離アミノ酸の比較 (●:天然魚, ○:放流魚)

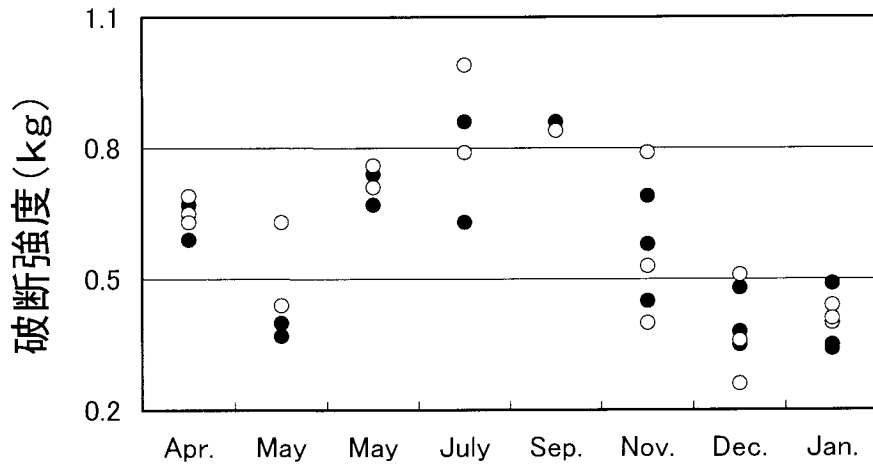


図5 天然及び放流ヒラメにおける破断強度の比較 (●：天然魚, ○：放流魚)

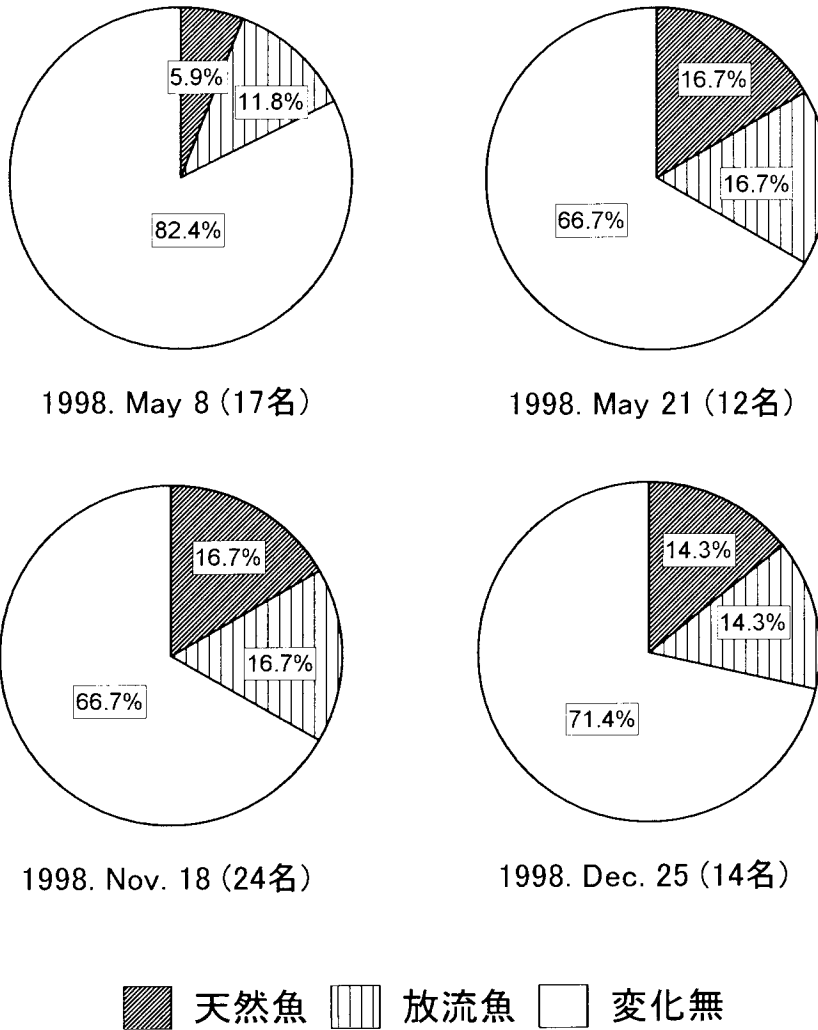


図6 天然及び放流ヒラメにおける官能検査 (材料は刺身として提供し, 図中の数字は「おいしく感じた割合」を示す)

かったアスパラギン、アルギニンが多量に含有していた。

3. 養殖魚と天然魚、放流魚の比較

養殖魚と比較した天然魚、放流魚は、1998年11月17日に採集した試料を用いた。

(1) 一般成分

養殖魚は天然魚及び放流魚に比べて、水分がやや少なく、粗脂肪分、タンパク質がやや多かった。また、灰分はほぼ同じ値であった(表4)。

(2) 破断強度

即殺後の時間経過による破断強度の推移では、天然魚、放流魚、養殖魚ともに同様の傾向を示したものの、養殖魚が放流魚及び天然魚より低い値を示した(図9)。

(3) 遊離アミノ酸

結果を表5、図10、11に示した。天然魚と放流魚は前述のとおり特に差異は認められなかった。養殖魚は、天然魚及び放流魚に比べて、タウリンが約80%の含有量であったが、スレオニン:5.6倍、セリン:8.0倍、グリシン:2.8倍、アラニン:2.4倍、リジン:2.7倍と多量に含有していた。また、アスパラギン、アンセリンは、天然魚及び放流魚ではほとんど認められなかったが、養殖魚では多量に含有していた。

考 察

1. 天然魚と放流魚の比較

天然魚と放流魚の比較では、一般成分から5・7月には水分がやや低く、タンパク質、灰分がやや高い傾向を示した。時期的な変動は認められるものの、各測定日毎の値からは、特に差異はないものと考えられた。この変動が何に起因するものか明確ではなかったが、変動の時

期は、ヒラメの産卵期に当たっており、産卵と何らかの関係があるものと考えられた。遊離アミノ酸組成も一般成分と同様に時期的な変動は認められるものの、各測定日毎の組成に差異は認められないと考えられた。これは、官能検査の結果、天然魚と放流魚の嗜好性に差異が認められなかった結果と一致しており、化学的分析と人間の感覚の双方から天然魚と放流魚に差異がないことが裏付けられたものと考えられる。また肉質の物理的特質である破断強度(歯ごたえ)の面からも天然魚と放流魚に差異は認められなかった。これらの結果から、天然魚と放流魚の体成分には、差異がないものと考えられる。

2. 放流前魚と天然魚および放流再捕魚との比較

人工種苗生産された放流前魚は、一般成分では、脂肪

表3 官能検査結果(数字はおいしく感じた人数を示す)

		あ ら 汁			
		天然魚	放流魚	変化無	計
1998. May 8	刺身	天然魚	1		1
		放流魚		2	2
		変化無	5	3	6
		計	5	4	8
May 21	刺身	天然魚	2		2
		放流魚		2	2
		変化無	2	2	4
		計	2	4	6
Nov. 18	刺身	天然魚	3	1	4
		放流魚	1	1	2
		変化無	3	3	10
		計	7	5	12
Dec. 25	刺身	天然魚		1	1
		放流魚			2
		変化無			10
		計	0	1	13

表4 供試ヒラメの全長、体重、一般成分

	採取日	個体数	全長(cm)	体重(g)	水分(%)	脂肪分(%)	灰分(%)	タンパク質(%)
放流前魚 (放流前の 人工種苗)	1998. Sep. 10	32	9.3±0.6	6.4±1.2	79.1	0.5	1.5	18.8
	Oct. 1	30	9.3±0.8	7.6±1.2	78.6	0.7	1.5	19.4
	Oct. 13	32	9.8±0.7	8.5±1.6	79.4	0.5	1.5	19.4
	Oct. 21	31	10.9±0.8	11.7±2.6	78.5	0.4	1.5	19.7
天然魚	1998. Oct. 29	12	12.9±1.3	17.3±5.3	80	0.2	1.5	19.3
		10	15.0±7.9	29.0±5.6	79.1	0.2	1.4	19.4
		10	16.6±1.1	40.3±7.3	78.3	0.3	1.4	19.6
		1	22.2	105.2	77.1	0.2	1.5	21.5
		1	28.7	237.7	78.9	0.4	1.4	18.7
		1	32.8	336.0	77.4	0.4	1.4	20.7
放流再捕魚 (放流魚)	1998. Oct. 29	8	13.4±1.1	19.1±4.5	80.6	0.2	1.4	18.0
		2	17.3±2.8	44.4±3.2	80.1	0.2	1.4	18.7
		1	36.5	447.0	77.8	0.4	1.4	21.3
養殖魚	1998. Nov. 26	1	36.4	525.0	75.1	0.6	1.4	22.1
		1	38.4	573.0	74.1	0.6	1.4	22.5
		1	40.0	604.0	76.4	0.8	1.4	21.4

表5 ヒラメの遊離アミノ酸組成

採取日 全長(cm)	放流前魚(放流前の人工種苗)					天然魚					放流再捕魚(放流魚)						
	19.98.Sep.10	Oct.1	Oct.13	Oct.21	Oct.29	12.9±1.3	15.0±1.9	16.6±1.1	22.2	28.7	32.8	13.4±1.1	17.3±2.8	36.5	36.4	38.4	40.0
	9.3±0.6	9.3±0.8	9.8±0.7	10.9±0.8	12.9±1.3	15.0±1.9	16.6±1.1	22.2	28.7	32.8	13.4±1.1	17.3±2.8	36.5	36.4	38.4	40.0	
Phosphoserine	1.0	0.6	1.3	1.3	0.3	0.3	2.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3	1.3	1.2	1.2	
Taurine	114.3	95.3	114.9	118.6	416.5	390.5	361.5	307.8	216.4	210.3	409.5	388.4	220.0	193.2	181.6	169.3	
Phosphoethanolamine	1.4	1.1	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.6	0.8	1.3	0.7	0.8	0.6	0.8	0.6	0.6	
Asparatic acid	15.2	16.8	25.3	19.5	1.9	2.4	2.3	1.9	2.0	0.5	2.5	1.6	2.1	1.5	2.1	2.5	
Hydroxy-proline	19.7	20.4	15.0	23.4	0.7	3.1	3.0	1.5	7.9		0.4	3.2		1.7	5.4	14.1	
Threonine	27.6	18.8	24.5	31.0	2.6	4.7	3.8	3.3	14.2	1.9	2.6	4.2	2.1	6.5	11.2	15.9	
Serine	27.0	32.2	48.5	47.1	3.7	4.2	3.3	6.1	10.6	2.5	4.2	3.0	3.2	20.8	18.3	28.9	
Asparagine	52.3	57.6	57.6	53.2	10.1	6.9	5.6	6.0	8.9	4.0	6.4	5.2	3.3	14.5	19.5	33.1	
Glutamic acid	2.5	3.9	4.3	8.1	2.2	2.0	0.9	2.3	3.1	1.8	1.7	1.9	1.4	3.7	6.6	4.9	
Sarcosine	1.1	2.3	3.9	3.3	1.1	1.2	1.2	1.1	2.4	1.0				1.2	0.2	2.7	
γ-aminoadipic acid	2.0	1.0	3.9	5.0	1.1	1.2	1.2	1.1	2.4	1.0							
Proline	11.6	10.2	13.3	10.6	2.4	3.6	3.5	1.6	12.7	1.3	2.2	2.4	1.7	2.0	3.4	3.9	
Glycine	20.1	28.0	19.2	34.7	5.3	7.3	5.0	5.2	12.4	7.3	5.0	6.0	3.7	6.1	8.9	30.8	
Alanine	73.5	79.2	78.4	77.2	14.0	17.0	14.3	14.1	21.0	14.1	15.3	16.1	13.1	27.2	32.4	39.4	
Citrulline			1.2						0.7								
α-amino-n-butyric acid	1.7	1.5	1.3	1.7	0.3	0.1	0.1	0.1	0.4			0.3		0.1	1.7	0.6	
Valine	15.9	9.3	18.0	14.5	2.1	2.4	2.2	1.5	2.1	2.0	2.4	2.0	1.4	1.4	1.6	1.1	
Methionine	0.8	2.0	2.2	1.6													
Cystine	27.9	13.2	33.9	36.4	1.7	1.6	1.6	2.6	1.4	1.9	1.8	0.8	2.3	2.3	2.6	2.5	
Isoleucine	13.0	8.2	14.9	15.3	1.3	1.5	1.4	1.5	1.1	1.4	2.0	1.6	0.7	1.3	1.2	0.8	
Cystathionine	32.3	35.6	41.5	45.6	1.2	4.6	3.3	3.3	14.8		2.7	3.7		2.0	4.5	4.8	
Leucine	36.2	15.8	42.4	42.5	2.3	2.5	2.5	3.0	2.1	2.2	2.7	2.1	1.4	2.1	2.1	1.6	
Tyrosine	17.0	9.3	20.5	23.0	2.1	1.6	1.8	2.3	1.1	1.9	1.9	1.4	1.6	1.7	1.6	1.7	
Phenylalanine	17.8	8.7	20.0	23.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.6	1.5	1.7	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	
β-Alanine	1.3	3.3	3.4	2.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.6	0.4	1.3	1.3	1.3	
β-amino-iso-butyric acid	0.6	0.6	1.0	1.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	0.3				0.3	0.6	0.8	
γ-amino-n-butyric acid	0.2	0.3	0.3	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	
Histidine	13.0	9.4	14.1	13.8	1.5	2.8	2.4	1.2	8.6	1.0							
3-Methylhistidine	0.9	0.3	1.2	1.6													
1-Methylhistidine	1.0	0.6	1.8	1.7													
Carnosine	0.1	0.1	0.2	0.2													
Anserine	7.3	12.4	20.5	19.3					0.4		3.2	1.2	0.3	12.4	12.0	10.6	
Hydroxylysine	0.4	0.2	0.4	0.4													
Ornithine	6.0	3.5	4.4	5.8													
Lysine	35.9	19.0	42.3	45.3	3.2	6.9	10.0	2.6	30.7	2.8	3.0	9.8	5.2	7.9	10.6	13.9	
Arginine	33.8	15.0	38.4	41.9													
Total	632.4	535.0	734.5	772.4	478.9	473.3	436.9	368.8	387.1	261.7	474.4	469.7	270.6	317.4	333.9	393.0	

分がやや高い傾向を示したが、種苗生産がコンクリート池で配合飼料を用いて高密度飼育を行って生産されており、天然で育った天然魚や放流後48日経過した放流再捕魚とは生育環境、餌料の面で大きな違いがあるためと考えられた。川島ら(2000)は、脂肪酸組成について、放流魚の脂肪酸組成は、放流後数日間は養殖魚のそれに似た組成を示しているが、放流30日以降は天然魚とほぼ同様な組成になったとしている。

遊離アミノ酸測定では、放流前魚と天然魚及び放流再捕魚では明らかな違いが認められた(図7, 8)。遊離アミノ酸の組成について井岡ら(1997)は、餌料および魚体の大きさによる差異があると報告している。今回の試験における遊離アミノ酸組成の違いは、人工飼料で育て

られた種苗と天然餌料で育った天然魚、放流再捕魚の差異と考えられた。自然環境下におけるヒラメ稚魚は、遊離アミノ酸が豊富なアミ類を摂餌しており、アミ類を摂餌した場合、顕著に成長がよいことが明らかにされている(山中, 1993)。また、朴ら(2000)は、アミ類の有効成分を究明することを目的に餌料の検討試験を行い、タウリンの有効性を示唆している。また、人工飼料から生きたアミ類への餌の切り替えを行った結果、ヒラメ稚魚の体成分では、遊離アミノ酸のタウリンの増加が認められ、5日間で最大値に達するとしている(朴ら, 1997)。今回、放流前魚と天然魚、放流再捕魚の遊離アミノ酸組成を比較した結果、放流48日後の放流再捕魚の成分組成では、天然魚と遊離アミノ酸組成に差がなく特にタウリ

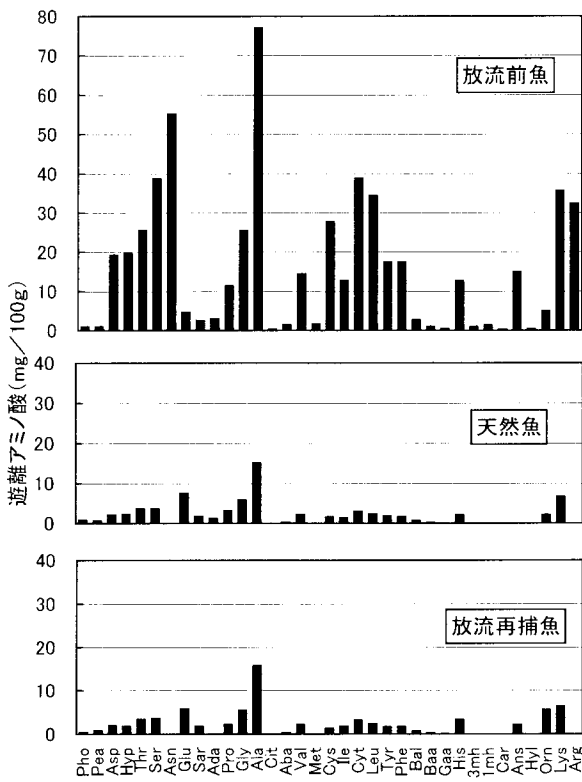


図7 ヒラメにおける遊離アミノ酸組成の比較

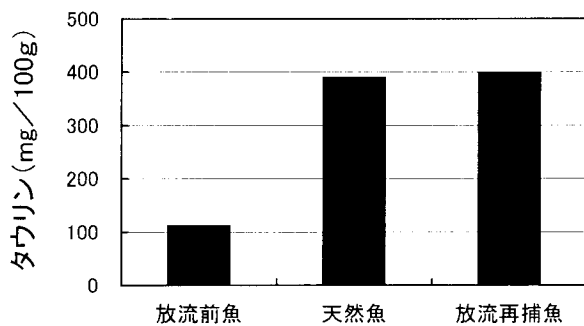


図8 ヒラメにおけるタウリン含量の比較

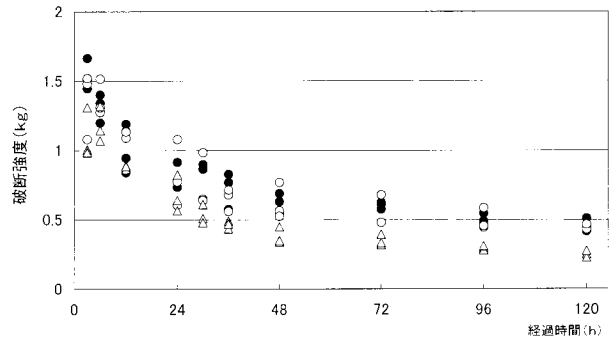


図9 時間経過にともなうヒラメ普通筋の破断強度の変化(●:天然魚, ○:放流魚, △:養殖魚)

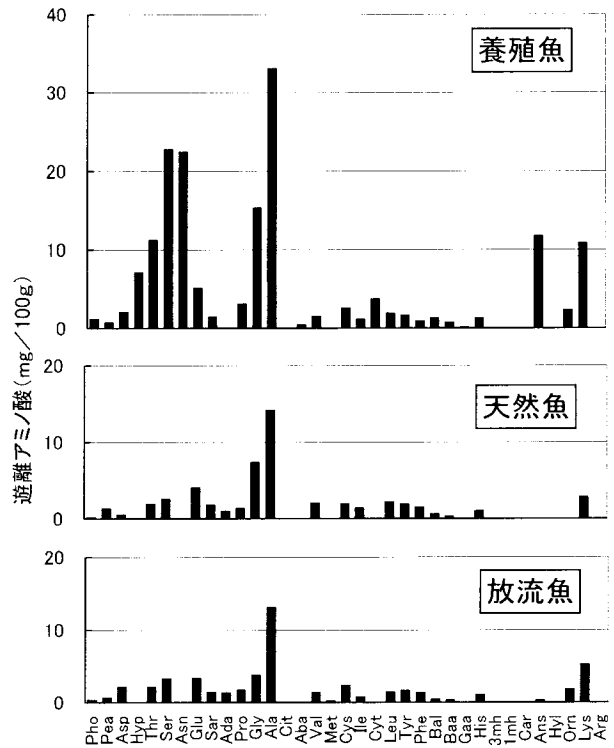


図10 ヒラメにおける遊離アミノ酸組成の比較

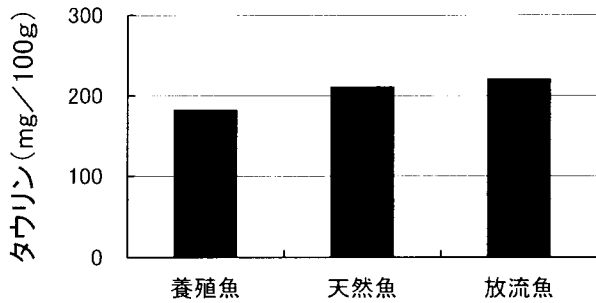


図11 ヒラメにおけるタウリン含量の比較

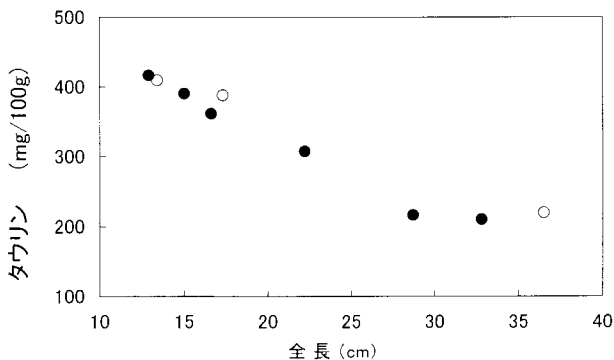


図12 ヒラメの成長にともなうタウリン含量の変化 (●:天然魚, ○:放流魚)

ンの増加が目立ったが、これは、餌料がアミ類へと移行したことによる体成分の変化と考えられた。

3. 養殖魚と天然魚、放流魚の比較

佐藤ら (1986) によれば、ヒラメの脂肪組成は縁側筋肉部の脂肪含量が高く、天然魚と養殖魚では差が大きくなり養殖魚が高い値を示している。しかし、有眼側、無眼側筋肉の脂肪含量は低く、天然魚と養殖魚での差はそれほど大きくはないとしている。今回の調査では、有眼側筋肉部についての調査を行ったため、養殖魚、天然魚、放流魚とも脂肪分は、1%未満で、顕著な差を示さなかったものと考えられる。

畑江ら (1989) は、一般に養殖魚は天然魚に比べて、柔らかく弾力がなくテクスチャー (硬さ) に差がみられ、嗜好性の劣る原因としてテクスチャーの寄与が考えられているとしている。養殖魚と天然魚、放流魚について即殺後120時間にわたり破断強度を経時的に測定した結果、養殖魚は、天然魚及び放流魚より破断強度が低くなっており、養殖魚の食感 (歯ごたえ) は、天然魚及び放流魚に比べて劣っているものと考えられた。刺身での官能検査時に被験者から身が柔らかいとの意見が出されたのは、0.5kg以下の値を示したときであり、これを基に生食での嗜好性を考えると、天然魚及び放流魚は5℃保管で72時間まで、養殖魚は5℃保管で36時間まで食感から

の嗜好性は維持できるものと考えられた。

遊離アミノ酸からの養殖魚と天然魚の比較について、井岡ら (1997) は、餌料を変えた養殖ヒラメについて、生鮮魚では、リジン含量、ペレット魚ではアンセリン含量が高いとしている。今回の測定から養殖魚は、放流魚及び天然魚と比較して、タウリンが少なく、スレオニン、セリン、グリシン、アラニン、リジン、アスパラギン、アンセリンが多くなっていった。特に養殖魚では、天然魚及び放流魚でほとんど含有していなかったアスパラギン、アンセリンの含有が多かったことは、淡泊な食味であるヒラメの早味性に影響を及ぼしていると考えられた。

4. 成長に伴うタウリン含有量の比較

1998年10月29日の漁獲魚について全長とタウリン含量の関係について調べると、小型魚の方がタウリン含量が多く、成長するにつれてタウリン含量が少なくなる傾向が見られた (図12)。すなわち、タウリン含量は、全長13cm前後では400mg/100gを超えるが、全長30cm前後で約210mg/100gとなりその後一定量を示すような傾向が認められた。山田ら (1998) は、東北太平洋沿岸域におけるヒラメの摂餌形態について全長10mmから200mmについて調査したところ、着定直後のヒラメは閉鎖域、開放域いずれの海域でもアミ類を専食していたが閉鎖域では全長60mm以降で魚類の摂餌割合が50%を越えるが、開放域では全長200mm近いヒラメもアミ類を多量に摂餌していたとしている。調査を行った大洗海域でもヒラメはアミ類を多く摂餌している (二平, 未発表)。アミ類は、遊離アミノ酸特にタウリンを多く含むことから、タウリンの体成分含量の成長に伴う変化は、アミ類の摂餌から魚食型への食性変化によるものと考えられる。朴ら (2001) は、タウリンの餌料添加によるヒラメ稚魚の成長効果について指摘しているが、天然海域においても稚魚期にタウリン含量の大きいアミ類を摂餌することはヒラメの成長、生残を保証する意味で、特にその栄養学的意義は大きいものと考えられる。

要 約

ヒラメ人工種苗放流再捕魚と天然魚の品質特性を明らかにするため、一般成分、破断強度及び早味成分に関する遊離アミノ酸組成等について比較検討を行った。検討に供したヒラメは、市場に水揚げされた天然魚及び人工種苗放流魚、養殖魚、さらに放流前及び放流後48日経過した人工種苗魚である。これらの検討から、次の結果を得た。

漁獲されたヒラメは、放流魚、天然魚とも一般成分 (水分、粗脂肪分、灰分、粗タンパク質)、遊離アミノ酸組成、筋肉の破断強度及び官能検査 (食味試験) につ

いて差異は認められなかった。また、放流前の人工種苗魚と天然魚の間では、遊離アミノ酸組成に差異が認められたが、放流後48日経過した人工種苗魚と天然魚の間では、遊離アミノ酸組成には差異が認められなかった。これは、餌料が人工餌料から天然餌料へと移行することによって、体内成分が急速に変化するものと考えられた。養殖魚は天然魚、放流魚に比べて遊離アミノ酸のうちタウリンが少なく、セリン、アスパラギン、アラニン、アンセリン等の含有量が多くなっており、遊離アミノ酸の成分組成に差異が認められた。破断強度は、養殖魚、天然魚及び放流魚間では、養殖魚が小さくなっており歯ごたえが劣るものと考えられた。さらに、遊離アミノ酸で最も多く含まれたのはタウリンであったが、タウリン含量は10cmから30cm程度まで大きくなるにつれて減少しており、食性の変化がタウリンの含有量に影響を及ぼしているものと推察された。

文 献

- 二平 章・栄 健次・中村丈夫 (1999) ヒラメの放流効果モニタリング調査. 茨城県水産試験場事業報告, 108-112.
- 中野 広 (1993) 種苗の評価基準. 放流魚の健苗性と育成技術 (北島 力編), 水産学シリーズ (93), 恒星社厚生閣, 9-18.
- 青海忠久 (1990) 養殖魚の価格と品質 (平山和次編), 水産学シリーズ (78), 恒星社厚生閣, 74-79.
- 福島県水産試験場 (1987) 昭和61年度放流技術開発事業報告書, 太平洋ヒラメ班, 76-94.
- 佐藤 守・吉中禮二・西中義裕・森本晴之・小島朝子・山本義和・池田静徳 (1986) 天然および養殖ヒラメ肉の栄養成分比較. 日本水産学会誌, 52(6), 1043-1047.
- 畑江敬子・李 敬姫・土屋隆英・島田淳子 (1989) 養殖魚と天然魚のテクスチャー特性について. 日本水産学会誌, 55(2), 363-368.
- 青木隆子・鷹田 馨・國崎直道 (1991) 天然および養殖魚6種の一般成分, 無機質, 脂肪酸, 遊離アミノ酸, 筋肉硬度および色差について. 日本水産学会誌, 57(10), 1927-1934.
- 井岡 久・山中英明 (1997) 餌料の異なる養殖ヒラメの品質評価. 日本水産学会誌, 63(3), 370-377.
- 川島時英・滝口明英 (2000) 放流ヒラメの脂質馴化. 平成12年度水産利用加工研究推進全国会議資料, 52-55.
- 田中 克 (1993) 種苗の評価基準. 放流魚の健苗性と育成技術 (北島 力編), 水産学シリーズ (93), 恒星社厚生閣, 19-30.
- 朴 光植・竹内俊郎・青海忠久・良永知義 (2000) ヒラメ稚魚の成長に対するアミ粉末中の残留塩類および遊離アミノ酸の影響. 日本水産学会誌, 66(4), 697-704.
- 朴 光植・竹内俊郎・青海忠久・中添純一 (1997) ヒラメ稚魚の生物餌料としてのアミの栄養価に関する研究. 水産増殖, 45(3), 371-378.
- 山田秀秋・佐藤啓一・長洞幸夫・熊谷厚志・山下洋 (1998) 東北太平洋沿岸域におけるヒラメの摂餌生態. 日本水産学会誌, 64(2), 249-258.
- 朴 光植・竹内俊郎・青海忠久・横山雅仁 (2001) 餌料中のタウリンがヒラメ稚魚の成長および魚体内のタウリン濃度に及ぼす影響. 日本水産学会誌, 67(2), 238-243.