

ペヘレイの水田利用養殖技術開発試験－VI

飼育用飼料と食味との関係

戸田久仁雄

緒 言

料理された魚についての評価の判断は、目で見てその形や色（視覚）、鼻で臭ぐ匂い（臭覚）、舌ざわり（触覚）、歯で噛む音（聴覚）、舌で感じる味（味覚）等のほか、食べる人の健康状態や心理状態、それまでの食習慣、食するときの環境等さまざまな要因により影響を微妙に受けるものと思われる。現在、養殖魚のおいしさの評価を向上させることを目的に、出荷直前に与える餌料の種類や内容を特殊なもので養成することが一般的に行われている。

この試験では、飼育用飼料と食味との関係を調べるため、種々の餌料を一定期間投与しペヘレイを飼育したのち、各々の供試魚について「刺身」と「素焼き」に調理してその肉質の食味調査を行い、あわせてアミノ酸等栄養分析を実施することにより若干の知見を得たので報告する。

本文に先立ち、卒業論文課題としてご協力をいただ

いた北里大学水産学部食品学科学生田口禎隆氏に厚くお礼申し上げる。

材料及び方法

飼育期間

平成2年10月10日から11月5日までの27日間、各種供試飼料を投与した。

試験区および供試魚

供試魚にはペヘレイ1年魚を使用し、試験区ごとの飼育池容積、放養尾数、平均体重など試験区の内容を第1表に示した。

投与した餌料種類は次の通りである。

コイ用配合飼料	大洋飼料㈱コイ育成用P-3
ウナギ用配合飼料	日本農産㈱ウナギEPM
ヒラメ用配合飼料	日配飼料㈱ヒラメ稚魚養成用
アミエビ	三陸産 近海アミエビ
イカ肝油	理研ビタミン㈱フィードオイル いか

第1表 試験区の内容

試験区	飼料種類	飼育池容積	放養尾数	平均体重	総魚体重
A	コイ用配合飼料	16.5m ²	45尾	110.0g	4.95kg
B	ウナギ用 "	"	"	107.8	4.85
C	ヒラメ用 "	"	"	111.1	5.00
D	アミエビ用 "	"	"	108.9	4.90
E	ヒラメ用 " +イカ肝油	"	"	104.4	4.70
F	コイ用 " +イカ肝油	"	"	103.3	5.10
対照区	無給餌	0.5	6	105.0	0.63

飼育水

試験区A～Fは止水飼育、対照区は湧水の流水飼育（注水量3.5ℓ／m）とした。

給 餌

試験区A～Fの1日あたり給餌量は50gとし、8：30、11：30、14：30の3回に分けて投与した。またイカ肝油は外割り5％を添加し、試験区Dのアミエビは冷凍ブロックを解凍したのち湿重量で200g／日を投与した。また、対照区は無給餌とした。

食味調査

試験終了時に全供試魚を取上げたのち調理し、食味調査を実施した。食味調査の方法は次の通りである。各試験区から無作為に「刺身」用と「素焼き」用に6尾ずつ選び、そのうち3尾を「刺身」用、3尾を「素焼き」用とした。「刺身」は三枚におろしたのち、可

食部を薄切りにし皿に並べた。「素焼き」は、鱗と内蔵を取り除き、ガスレンジで焼いたのち可食部をとり、細かく刻み混ぜて皿の上に盛り付けた。そして約1時間経過後、試食者には各々の皿の料理がどの試験区のベヘレイかわからないようにして、それぞれを食べてもらい、その感想を集計した。調査用紙の内容を第2表に示した。試食者は試験場職員ほか20名で、年代別、男女別構成を第3表に示した。

アミノ酸分析

試験終了時に供試魚を各試験区から3尾ずつ無作為にとり、アミノ酸分析を行った。アミノ酸分析の方法はHPLC（高速ガスクロマトグラフィー）である。

結 果

飼育状況

第2表 ベヘレイ食味調査評価用紙

ベヘレイ食味調査					
年齢（ ）性別（男：女） 氏名（ ）					
刺身部門			素焼部門		
	評 価	寸 評		評 価	寸 評
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		

記入方法：（味について） ◎ たいへんよい × ややおとる
 ○ よい ×× おとる

*尚、寸評についてはマーク記入の理由を必ず書いてください。
 何か、お気付きの点がありましたら寸評に御記入ください。
 （歯ざわり、におい など）

第3表 試食者の構成

年代別内訳	男女別内訳
20、30才代 6人	男性 14人
40才代 6人	女性 6人
50、60才代 8人	

各試験区の飼育結果を第4表に示した。試験期間中のへい死魚はどの試験区にもみられず、また、どの試験区も摂餌活動は良好であった。肥満度は試験区B（ウナギ用配合飼料）、試験区A（コイ用配合飼料）が

高く、増重倍率では試験区E（ヒラメ用配合飼料+イカ肝油）、試験区B（ウナギ用配合飼料）、試験区A（コイ用配合飼料）、試験区C（ヒラメ用配合飼料）が高かった。また、対照区（無給餌）は当然のことながら肥満度、増重倍率とも極端に低かったが、期間内のへい死は無かった。

試験区A～Fの飼育水の水質環境は、止水管理でしかも曝気を充分行ったため、水温変化（試験期間内水温19.5～15.0℃）を除いて少なくとも摂餌活動に悪影響を与えるような状況は確認されなかったが、念のため試験開始後17日目に試験区毎の水質を調べ、その値を第5表に示した。なお、試験後半になって各試験区で水色の変化が見られたので、検鏡したところわずかであるがミジンコやワムシ等微小生物の他に、珪藻類

第4表 給餌飼育結果

試験区	飼料種類	生残率	肥満度	増重倍率*
A	コイ用配合飼料	100 %	13.2	1.15
B	ウナギ用 "	"	13.3	1.16
C	ヒラメ用 "	"	12.6	1.14
D	アミエビ	"	12.0	1.04
E	ヒラメ用 " +イカ肝油	"	12.6	1.19
F	コイ用 " +イカ肝油	"	12.3	1.04
対照区	無給餌	"	11.8	0.94

*増重倍率：終了時平均体重／開始時平均体重

第5表 試験区毎の水質環境（第17日目 10：00）

試験区	水温	DO(mg/l)	pH	NH ₄ -N(mg/l)
A	17.7℃	10.4	7.8	0.09
B	17.8	10.2	7.7	0.09
C	17.6	10.8	8.1	0.05
D	17.6	11.3	8.1	0.09
E	17.9	10.5	7.6	0.03
F	17.9	11.9	7.7	0.04

(試験区A、BでCymbella sp.、試験区C～FでMelosira sp.)が認められた。

食味調査

味についての評価を、たいへんよい(◎)を+3点、よい(○)を+1点、ややおとる(×)を-1点、おとる(××)を-3点と補正し点数化したところ、第6表のようになった。この結果、[刺身]では試験区D(アミエビ)+17が高い評価を得、イカ肝油を添加した試験区F(コイ用配合飼料+イカ肝油)-15と試験区E(ヒラメ用配合飼料+イカ肝油)-11の評価が低かった。[素焼き]では試験区A(コイ用配合飼料)+19の評価は際立って高く、反対に試験区F(コイ用

第6表 供試ペヘレイの食味調査結果

試験区	[刺身]	[素焼き]
A	+ 5	+19
B	+ 3	+ 1
C	- 2	± 0
D	+17	- 7
E	-11	+ 3
F	-15	-10
G	+ 7	- 1

第7表 供試ペヘレイの年代別食味調査結果

試験区	20、30才代		40才代		50、60才代	
	[刺身]	[素焼き]	[刺身]	[素焼き]	[刺身]	[素焼き]
A	+ 4	+ 1	+ 4	+ 6	- 3	+12
B	- 1	0	- 2	+ 3	+ 6	- 2
C	+ 2	+ 6	+ 1	- 1	- 5	- 5
D	+ 8	+ 1	+ 3	0	+ 6	- 8
E	- 2	+ 5	- 4	- 1	- 5	- 1
F	-15	- 8	- 8	+ 1	+ 8	- 3
G	+ 4	0	+ 3	- 6	0	+ 5

第8表 供試ペヘレイの男女別食味調査結果

試験区	男 性		女 性	
	[刺身]	[素焼き]	[刺身]	[素焼き]
A	+ 8	+ 3	- 3	+16
B	+ 6	+ 2	- 3	- 1
C	- 2	+ 6	0	- 6
D	+ 1	- 4	+16	- 3
E	-10	+ 6	- 1	- 3
F	-14	-10	- 1	0
G	+ 9	- 4	- 2	+ 3

配合飼料+イカ肝油)-10と試験区D(アミエビ)-7の評価は低かった。

食味調査参加者を年代別に3グループに分けて集計したところ(第7表)、20、30才代では、[刺身]では試験区F(コイ用配合飼料+イカ肝油)-15の評価が極端に低いのが目立った。40才代では、特徴はみられなかった。50、60才代では、[素焼き]の試験区A(コイ用配合飼料)+12の評価が高いのが特徴だった。

次に、食味調査参加者を男女別に分けてみたところ(第8表)、男性は試験区F(コイ用配合飼料+イカ肝油)の[刺身]-14、[素焼き]-10と試験区E(ヒラメ用配合飼料+イカ肝油)の[刺身]-10を低く評価しているが、女性は試験区A(コイ用配合飼料)の[素焼き]+16と試験区D(アミエビ)の[刺身]+16

第9表 魚肉タンパク質のアミノ酸組成 (g/100g)

項 目	Ileu	Leu	Lys	Met	Cys	Phe	Tyr	Thr	Try	Val	Arg	His	Ala	Asp	Glu	Gly	Pro	Ser
試験開始時	0.92	1.37	1.07	0.54	0.08	1.24	0.27	0.77	0.21	0.95	0.77	0.48	0.75	0.76	1.49	0.76	0.77	0.35
試 験																		
A (コイ用配合飼料)	0.86	1.27	0.97	0.48	0.06	0.86	0.27	0.78	0.15	0.90	0.72	0.39	0.74	0.89	1.63	0.77	0.73	0.33
F (コイ用配合飼料+イカ肝油)	0.93	1.39	1.07	0.54	0.08	1.14	0.29	0.77	0.18	0.95	0.73	0.53	0.74	0.77	1.46	0.78	0.79	0.34
区																		
C (ヒラメ用配合飼料)	0.90	1.32	0.94	0.51	0.07	1.01	0.24	0.76	0.19	0.94	0.70	0.46	0.69	0.74	1.40	0.75	0.84	0.33
供																		
E (ヒラメ用配合飼料+イカ肝油)	1.07	1.56	1.09	0.62	0.11	1.09	0.28	0.57	0.17	0.56	0.83	0.56	0.81	0.84	1.62	0.88	1.00	0.38
試																		
B (ウナギ用配合飼料)	0.93	1.35	0.94	0.53	0.11	1.15	0.21	0.77	0.18	0.97	0.70	0.49	0.68	0.75	1.44	0.74	0.86	0.33
魚																		
D (アミエビ)	1.03	1.46	1.03	0.57	0.09	1.15	0.24	0.81	0.14	1.17	0.79	0.47	0.74	0.74	1.48	0.91	1.05	0.36
G (無給餌)	0.88	1.26	0.80	0.53	0.08	0.93	0.19	0.63	0.19	0.94	0.73	0.34	0.62	0.61	1.25	0.53	0.86	0.31
配																		
コイ用配合飼料	1.57	2.43	1.19	0.62	0.22	2.53	0.26	1.55	—	1.80	1.58	0.76	1.23	1.04	2.46	1.71	2.62	0.74
飼																		
コイ用配合飼料+イカ肝油	2.01	3.32	1.63	0.77	0.24	3.24	0.35	1.89	—	2.35	1.87	1.08	1.70	1.43	3.43	2.20	3.30	0.95
料																		
ヒラメ用配合飼料	2.29	3.10	1.17	1.41	0.37	2.85	0.27	2.23	—	2.74	2.27	0.94	1.50	0.98	2.44	2.75	4.86	0.98
ヒラメ用配合飼料+イカ肝油	2.48	3.51	1.78	1.32	0.41	2.84	0.42	2.14	—	2.74	2.17	1.17	1.80	1.28	3.03	1.66	4.07	1.07
ウナギ用配合飼料	1.55	2.23	1.04	0.87	0.24	1.89	0.19	1.57	—	1.58	1.32	0.93	1.28	0.74	1.78	1.39	2.87	0.65
アミエビ	0.91	1.07	1.05	0.39	0.24	0.80	0.44	0.68	—	0.79	0.59	0.41	0.85	1.35	2.01	0.54	0.72	0.34
ベール産 (海産) ベヘレイ*	1.06	1.74	1.49	0.55	0.24	0.78	0.51	0.94	0.26	1.11	1.38	0.92	1.25	1.25	3.07	0.98	0.86	0.82

— : 検出されず

* ベール産 (海産) ベヘレイの分析 (イオン交換クロマトグラフィー) は大洋漁業研究所 (S53, 11, 7) による

第10表 魚肉中の遊離アミノ酸組成 (mg/100 g)

項 目	Ileu	Leu	Lys	Met	Cys	Phe	Tyr	Thr	Try	Val	Arg	His	Ala	Asp	Glu	Gly	Pro	Ser
試験開始時	2.23	4.39	12.29	1.26	7.96	2.44	1.91	23.01	1.43	3.37	5.92	77.98	20.50	1.27	4.91	42.34	4.39	7.34
試 験 A (コイ用配合飼料)	0.64	2.61	3.31	1.07	5.67	1.40	2.46	34.43	0.82	2.14	5.70	87.77	9.92	2.25	4.95	24.59	6.01	5.07
試 験 F (コイ用配合飼料+イカ肝油)	0.55	1.57	3.35	1.21	8.96	1.44	2.37	40.79	—	2.12	6.02	98.27	15.05	3.06	5.30	43.82	13.03	5.68
区 C (ヒラメ用配合飼料)	0.72	1.38	8.51	1.11	5.24	1.42	2.04	29.03	—	2.23	6.89	94.38	12.48	1.07	4.34	34.49	7.96	3.45
供 試 E (ヒラメ用配合飼料+イカ肝油)	0.51	1.24	6.70	1.14	7.17	1.11	2.05	24.47	—	1.76	5.75	73.67	10.45	1.69	3.79	25.34	10.12	3.48
試 B (ウナギ用配合飼料)	0.75	1.09	5.91	1.26	6.15	1.12	2.45	32.29	—	1.54	4.96	112.84	11.75	1.82	4.92	24.54	12.28	2.52
魚 D (アミエビ)	1.08	2.62	14.48	2.38	2.28	2.38	2.02	31.36	0.98	3.68	5.98	72.21	11.66	1.84	5.16	37.34	6.99	6.49
G (無給餌)	1.28	1.77	5.10	5.84	5.84	0.78	1.41	7.22	—	1.32	3.17	19.43	9.89	1.21	3.77	13.24	1.69	2.45
魚 介 マダイ	3	4	11	+	—	2	2	3	—	3	3	4	13	+	5	12	2	3
類 マサバ	7	14	93	2	—	4	7	11	—	16	16	676	26	—	18	7	26	6
(ズワイガニ	29	30	25	19	—	17	19	14	10	30	579	8	187	10	19	623	327	17
考 クロアワビ	18	24	76	13	—	26	57	82	20	37	299	23	98	9	109	174	83	95

+: 痕跡

—: 検出されず

を高く評価した。

寸評をみると、全般的に評価の高かった試験区A（コイ用配合飼料）と試験区D（アミエビ）は「歯ごたえがよい」「身のしまりがよい」が多く、また評価の低かったイカ肝油添加区は「油くさい」「身が柔らかい」の指摘が目立っていた。

アミノ酸組成

魚肉蛋白質のアミノ酸組成を第9表に、魚肉中の遊離アミノ酸組成を第10表に示した。試験開始時、終了時のすべてのベヘレイから魚肉蛋白質の構成アミノ酸が検出されたが、供試飼料等からはいずれもトリプトファン（Trp）は検出されなかった。また魚肉蛋白質のアミノ酸組成はどれもが類似した組成で、アミノ酸含量にもほとんど差はみられなかったが、試験開始時より減少している傾向がみられ、特に無給餌区は顕著であった。供試飼料を比べてみると、アミノ酸含量はアミエビには少なく、イカ肝油添加飼料は多い傾向がみられた。

遊離アミノ酸についても同様に、試験終了時のその含量は開始時に比べ減少する傾向がみられており、無給餌区はその傾向が更に顕著であったが、食味調査で評価の高かった試験区A・Dはさほどではなかった。

考 察

今回の食味調査の実施方法には若干の問題点が指摘される。すなわち、味のよしあしを判別するためのサンプル数が全部で14検体もあり、「食べ比べているうちに味の違いがわからなくなってしまった。」との声が試食者から聞かれた。特に「素焼き」部門は、食味比較する時点で料理された検体が冷めていたこともあり、差をつけにくくなっており結果を曖昧なものにしたのかもしれない。今後は比較する検体数を絞りこむ必要がある。しかし、第6表に示すように、「刺身」部門では試験区D（アミエビ）+17が他の試験区より際立って高く評価され、また試験区F（コイ用配合飼料+イカ肝油）-15、試験区E（ヒラメ用配合飼料+イカ肝油）-11は低く評価され、「素焼き」部門では試験区A（コイ用配合飼料）が+19で高く評価され、試験区F（コイ用配合飼料+イカ肝油）-10はここでも低く評価されているのを見ると、それぞれには差があるとみてよいと思われる。

アミノ酸分析結果（第9表）をみると、魚肉蛋白質のアミノ酸組成はいずれの試験区も類似していた。また

無給餌区は全般に数値が低かった。参考までに供試飼料の分析結果を示したが、トリプトファン（Trp）はいずれにも検出されてなくその理由は不明である。また海産のベヘレイ¹⁾に比べてシスチン（Cys）、チロシン（Tyr）、アルギニン（Arg）、ヒスチジン（His）、アラニン（Ala）、アスパラギンサン（Asp）、グルタミンサン（Glu）、セリン（Ser）の含有量が少ないことが判ったが、海産のベヘレイは海水及び摂取した餌料等からこれらのアミノ酸を豊富にとっているものと思われる。

遊離アミノ酸は、食品の旨味の成分として重要なエキス成分の一つであり²⁾、またエキス成分も代謝上重要である。今回の試験終了時のベヘレイの遊離アミノ酸含量は、試験開始時のそれに比べて全般的に減少している。このことを次のように推察した。試験開始時に供試したベヘレイは、水田養殖池で約半年間（ヒラメ+ウナギ+マス+イカ肝油外割り5%点飼料を投与）育成されたもので、これらのベヘレイは水田養殖池に棲息する多くの微小生物を餌料として併用しており、それらからアミノ酸を摂取することにより遊離アミノ酸含量も多く、水田養殖ベヘレイの味の良さに結びついているものと思われる。したがって、今回の試験養成期間内には水田養殖池のような供試飼料以外からのアミノ酸補給はほとんど期待できないため、遊離アミノ酸含量の減少につながったのではないかと推察する。第10表にマダイ、マサバ、ズワイガニおよびクロアワビの遊離アミノ酸含量³⁾を示したが、ベヘレイは同じ白身魚であるマダイより遊離アミノ酸含量が全般に多く、マダイにはないシスチンやトリプトファンが含まれている。トリプトファンはズワイガニやクロアワビに豊富にある遊離アミノ酸であり、食味調査で「うまい」と評価された試験区Aや試験区Dおよび試験開始時ベヘレイにのみ微量ではあるがトリプトファンは分析されている。また、ロイシン（Leu）にも同様の傾向がみられている。

坂口⁴⁾によると、ヒスチジン含量はマサバ、カツオ、マグロなど赤味の活動的な回遊性魚類に非常に多く（700～1,800mg/100g）、マダイ、ヒラメなど白身魚類には著しく少ない（10mg/100mg以下）という。ヒスチジンは血中および筋肉中の代謝やpHに対する緩衝物質としての役割を持つといわれ、今回の分析結果からベヘレイは白身魚のなかでは比較的遊泳力のある魚種とみることができる。また、一般的にエキス成分

が多いと味が濃いいといわれており、試験区Fの（コイ用配合飼料+イカ肝油）で育成したペヘレイについてはトレオニン（Thr）やヒスチジン、プロリン（Pro）等の遊離アミノ酸含量が全般に多かった。食味調査の結果を年代別にみると、試験区Fは50、60才代の「刺身」で+8と評価されたのを除き、40才代以下ではほぼ「まずい」と評価されている。また、リジン（Lys）やフェニルアラニン（Phe）、バリン（Val）については「刺身がうまい」と評価された試験区Dを除いて全ての試験区で減少が著しかった。

今回の試験では、遊離アミノ酸含量の多寡と食味調査の結果の関係について、とくにトリプトファンやロイシン、リジン等について若干の傾向を指摘したに過ぎないが、育成用飼料と味との関係を明確に裏付けるには更に精密な追試が必要であろう。また、白身魚のマダイのエキス中の成分分布ではクレアチン、クレアチニンが50%を占めており、遊離アミノ酸は5%と少ないといわれ⁹⁾、魚の味には単純に遊離アミノ酸含量の多寡だけではなく、他のエキス成分分布も大きく影響していると思われる。ペヘレイについては現在エキカ中の成分分布は不明であるが、これらの割合が解ればペヘレイの旨味をきめる遊離アミノ酸とオリゴペプチド、ヌクレオチドと関連物質、グアニシル化合物などの他のエキスとの関係も明らかにできるものと思われる。

少なくとも今回の育成用飼料と食味調査の結果からは、ペヘレイの味には投与飼料の内容が影響を与えることが指摘でき、次のように考えられた。刺身用（120 g サイズ以上）として出荷を予定している場合にはペヘレイを養成する課程、特に出荷直前にはイカ肝油の添加はせずに、評価の高かった「アミエビ」を多く投与する。また、焼き魚用（80～100 g サイズ）として出荷を予定している場合には、評価の高かった「コイ用配合飼料」のみとし、どちらも評価の低かった「イカ肝油」の添加は控えるようにするのが良いと推察した。

摘 要

- 1) 育成用飼料と食味との関係を調べるため、種々の餌料を一定期間投与しペヘレイを飼育したのち、各々

の供試魚について調理した肉質の食味調査を行い、あわせてアミノ酸等栄養分析を実施し、若干の知見を得た。

- 2) 試験期間中のへい死魚はどの試験区にもみられず、どの試験区も摂餌活動は良好であった。肥満度はウナギ用配合飼料区、コイ用配合飼料区が高かった。
- 3) 味についての評価を補正し点数化したところ、[刺身]では試験区D（アミエビ）が高い評価を得、イカ肝油を添加した試験区F（コイ用配合飼料+イカ肝油）と試験区E（ヒラメ用配合飼料+イカ肝油）の評価が低かった。[素焼き]では試験区A（コイ用配合飼料）の評価は際立って高く、反対に試験区F（コイ用配合飼料+イカ肝油）と試験区D（アミエビ）の評価は低かった。
- 4) 魚肉蛋白質のアミノ酸組成はどれもが類似した組成で、アミノ酸含量にもほとんど差はみられなかったが、試験開始時より減少し特に無給餌区は顕著であった。供試飼料ではアミノ酸含量はアミエビには少なく、イカ肝油添加飼料は多い傾向がみられた。遊離アミノ酸についても同様に、試験終了時のその含量は開始時に比べ減少する傾向がみられ、無給餌区はその傾向が特に顕著であった。
- 5) ペヘレイの味には投与飼料の内容が影響を与えることが指摘できた。刺身用（120 g サイズ以上）として出荷を予定している場合には出荷直前にイカ肝油の添加はせずに「アミエビ」を多く投与し、また焼き魚用（80～100 g サイズ）として出荷を予定している場合には、「コイ用配合飼料」のみとし「イカ肝油」の添加は控えるようにするのが良いと推察した。

引用文献

- 1) 東京水産大学第10回公開講座編集委員会（1986）：新顔の魚、成山堂、24-25
- 2) 荻野珍吉（1980）：魚類の栄養と飼料、恒星社厚生閣、116-117
- 3) 須山三十三ほか（1987）：水産食品学、恒星社厚生閣、48-60
- 4) 坂口守彦（1988）：日本水産学会監修、魚介類のエキス成分、恒星社厚生閣、67-76