

ペヘレイの水田利用養殖技術開発試験－Ⅳ

育成用飼料種類の比較検討

戸田久仁雄

緒 言

現在ペヘレイ養殖専用の配合飼料は、主にペヘレイの養殖生産量が少ないという理由から生産販売されていない。そのため、当場ではコイ、アユ、マス、ウナギやヒラメ用等の現在市販されている配合飼料を利用し、それを単独で使用したり、2種類以上を混合して使用したり、またこれに油脂やビタミン等の栄養分を添加補填してペヘレイ養成を実施している。

そこで、水田養殖技術のマニュアル化の基礎飼料を得るため、水田養殖環境下において水温条件の異なる2つの期間について、現在市販されている各種飼料を給餌してペヘレイを飼育し、各々の飼育成績を比較検討するとともに、飼育水温と適正餌料種類との関係について考察したので報告する。

本文に先立ち、卒業論文課題としてご協力をいただいた日本大学農獣医学部水産学科学生千葉眞佐光氏に厚くお礼申し上げる。

材料及び方法

試験期間

I 期 平成2年7月9日～同8月2日(25日間)

平均水温 25.0℃(範囲20.6～28.5℃)

II 期 平成2年10月10日～同11月2日(24日間)

平均水温 16.7℃(範囲15.0～19.0℃)

飼育水・水槽

当場B試験池(屋内)内に、供試魚の飛び出し防止の為に上部をネットで覆った0.5tパンライト水槽を8個並べた。飼育水は水田養殖技術開発試験(1年魚養成試験)を行っているB試験池横のF-1池(ペヘレイ1年魚 5,000尾飼育中)からポンプアップ(水量0.1ℓ/秒、換水率 17.28回/日)し、各パンライ

ト水槽に注水し、流水式で管理した。

試験区

試験区の内容を第1表に示した。

供試魚

供試魚にはI、II期ともペヘレイ1年魚(I期 平均体重 33.78 ± 6.01 肥満度10.57、II期 平均体重 5.98 ± 6.87 肥満度11.06)を用い、各パンライト水槽にI期65尾、II期40尾ずつ、それぞれのパンライト水槽ごとに大きさが片寄らないように収容した。

給餌

給餌期間は、I期 24日間、II期 23日間であった。一日の給餌回数は3回(8:30、11:30、14:30)とし、各区ともペヘレイの摂餌行動を目視で確認できなくなる時点まで給餌した。給餌量計量には自動上皿天秤(村上衡器製作所)を使用した。

魚体測定

へい死魚はその都度全長、体長、体重を測定し、不明魚(腐敗、逸脱など)については開始時と終了時の中間値で表した。また摂餌活動への影響を出来るだけ少なくするため、実験開始時には8区(対照区)の供試魚を測定して代表値とし、実験終了時には全区の供試魚を測定した。

消化管内容物

飼育用水として使用したF-1池の飼育水中には、プランクトンや底棲生物等微小生物が多く含まれており、これらを供試魚が摂餌することが予測されたので、このことを確認するために供試魚の消化管内容物を調べた。

水質測定

水温測定は摂餌活動への影響を出来るだけ少なくするために8区(対照区)を代表とし、毎朝10時に測定した。その他の水質項目は、同様の理由から各池の排

出水を採水して測定した。使用した機器は以下のとおりである。DO：携帯用デジタルDOメーターUC-12型（セントラル科学株式会社）、pH：フェノールフ

タレイン比色計、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ ：窒素計HC-707N（セントラル科学株式会社）、透明度：5 cm×5 cm白色板、水色：ウーレの比色計。

第1表 育成用飼料種類比較試験の試験区内容

試験区	餌料種類	内 容
Ⅰ期	1区 ヒラメ用配合飼料	大洋飼料㈱ヒラメ稚魚2号
	2区 ウナギ配合飼料用	日配飼料㈱ヒラメ稚魚用
	3区 マス用配合飼料	農産工業㈱ウナギE P
	4区 アミエビ	大洋飼料㈱ます育成P-2.5
	5区 ヒラメ用+ウナギ用	冷凍アミエビ
	6区 ヒラメ用+ウナギ用+イカ肝油	
	7区 マス用+コイ用+イカ肝油	大洋飼料㈱こい育成用P-3
	8区 (対照区)	無給餌
Ⅱ期	1区 コイ用配合飼料	大洋飼料㈱こい育成用P-3
	2区 ウナギ用配合飼料	農産工業㈱ウナギE P
	3区 マス用配合飼料	大洋飼料㈱ます育成P-2.5
	4区 アミエビ	冷凍アミエビ
	5区 ヒラメ用+ウナギ用	
	6区 ヒラメ用+ウナギ用+イカ肝油	
	7区 マス用+コイ用+イカ肝油	大洋飼料㈱こい及びます育成用P
	8区 (対照区)	無給餌

イカ肝油は、外割5%の割合で添加し、混合飼料区は重量で等量混合した。またアミエビは15kgの冷凍ブロック（コマセアミ）を砕いて給餌直前に溶かしたものを使用した。

結 果

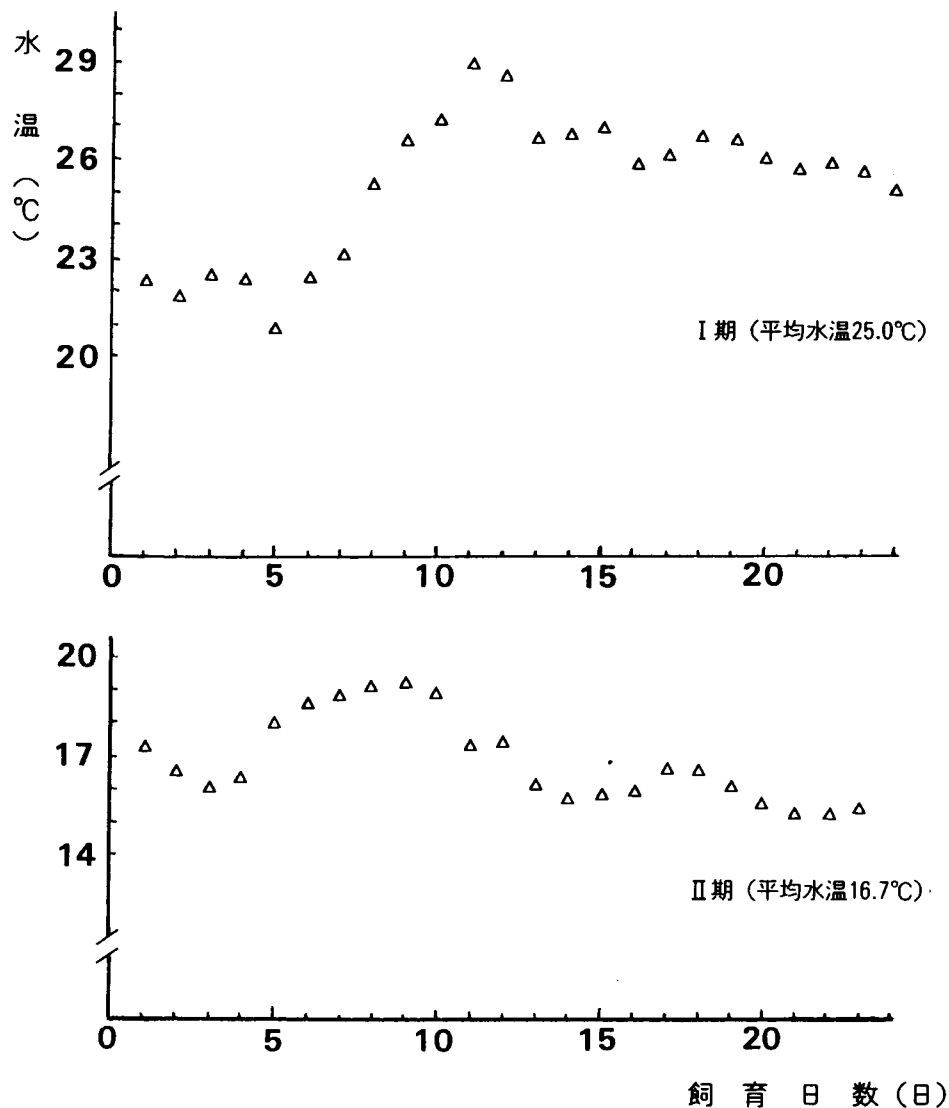
どの試験区も全期間を通じて摂餌は活発で、水面に上がってきてよく摂餌した。水質測定結果の各項目平均値は、Ⅰ期が水温：25.0℃、DO：8.6mg/ℓ、pH：7.9、 $\text{NH}_4\text{-N}$ ：0.08mg/ℓ、 $\text{NO}_2\text{-N}$ ：0.14mg/ℓ、Ⅱ期は水温：16.7℃、DO：10.5mg/ℓ、pH：

7.5、 $\text{NO}_2\text{-N}$ ：0.05mg/ℓであった。パンライト水槽底部には泥が数cm堆積し、赤虫など水田養殖下で存在する餌料になりうる生物が確認されたほか、ペヘレイの消化管内容物観察からこれらの微小生物を捕食していたことが確認された（第2表）。

生残率をみるとⅠ期では、5区（ヒラメ用+うなぎ用）が細菌性鰓病により全滅したのを除いて、ほぼ同

第2表 育成用飼料種類比較試験の水槽内にみられた生物組成

飼料種類	Ⅰ期（試験区1）	Ⅱ期（試験区5）
アカムシ（含サナギ）	484 個体	200 個体
枝 角 類	66	200
ワ ム シ 類	22	—
ヘ ビ ト ン ボ	—	500



第1図 育成用飼料種類試験の期間内水温変化

様に良好であった。またⅡ期では6区(77.5%)、5区(87.5%)を除いて他は良好であった。成長で最も良かったのは、Ⅰ期では7区のマス用+コイ用+イカ肝油(増重倍率 1.43、日間成長率 1.489%、肥満度 12.9) および6区のヒラメ用+ウナギ用+イカ肝油(1.41、1.430%、12.3)で、Ⅱ期では2区のウナギ用(1.27、1.038%、12.5)であった。また、無給餌区を除いて成長の劣ったのは、Ⅰ期では3区のマス

用(1.16、0.618%、11.1)、Ⅱ期では5区のヒラメ用+ウナギ用(1.13、0.531%、11.0)であった。餌料効率で優れた試験区は、Ⅰ期では7区(130.4)、6区(117.7)、Ⅱ期では2区(149.5)、6区(125.3)、3区(125.0)で、劣ったのはⅠ期では4区(45.0)、3区(49.1)、Ⅱ期では5区(75.6)、4区(95.7)であった(第3-1、2、3表)。

時間による摂餌量の違い(第4-1、2表)は、Ⅰ・

第3-1表 育成用飼料種類比較試験の成長・生残率（Ⅰ期）

試験区	平均全長	平均体長	平均体重	肥満度	増重倍率	日間成長率	生残率
	(cm)	(cm)	(g)				(%)
試験開始時	17.3	14.7	33.7	10.6	—	—	—
1 区	17.8	15.4	43.7	11.9	1.30	1.092	100.0
2 区	18.0	15.4	41.6	11.5	1.24	0.895	98.5
3 区	17.7	15.2	39.9	11.1	1.16	0.618	98.5
4 区	17.8	15.3	40.3	11.2	1.20	0.759	98.5
6 区	18.2	15.7	47.4	12.3	1.41	1.430	98.5
7 区	18.0	15.5	48.1	12.9	1.43	1.489	96.9
8 区	17.3	14.7	29.2	9.3	0.87	0.580	93.8

増重倍率：終了時平均体重／開始時平均体重

日間成長率： $\log(\text{増重倍率}) \times 230 / \text{飼育日数}$

第3-2表 育成用飼料種類比較試験の成長・生残率（Ⅱ期）

試験区	平均全長	平均体長	平均体重	肥満度	増重倍率	日間成長率	生残率
	(cm)	(cm)	(g)				(%)
試験開始時	17.4	14.8	35.9	11.1	—	—	—
1 区	18.1	15.5	44.1	11.9	1.23	0.899	95.0
2 区	18.2	15.4	45.7	12.5	1.27	1.038	90.0
3 区	18.3	15.6	44.9	11.8	1.25	0.969	97.5
4 区	18.1	15.5	42.7	11.5	1.19	0.755	90.0
5 区	18.0	15.5	40.7	11.0	1.13	0.531	87.5
6 区	18.3	15.6	42.3	11.1	1.18	0.719	77.5
7 区	18.2	15.5	42.5	11.4	1.18	0.719	92.5
8 区	18.2	15.5	39.0	10.5	1.09	0.374	87.5

第3-3表 育成用飼料種類比較試験の給餌量・給餌率・餌料効率

試験区	日平均給餌量 (g/尾)		給餌率 (%)		餌料効率 (%)	
	I 期	Ⅱ期	I 期	Ⅱ期	I 期	Ⅱ期
1 区	0.502	0.339	1.30	0.85	83.0	105.2
2 区	0.415	0.285	1.10	0.70	79.3	149.5
3 区	0.475	0.313	1.30	0.77	49.1	125.0
4 区	0.611	0.309	1.65	0.79	45.0	95.7
5 区	—	0.276	—	0.72	—	74.6
6 区	0.485	0.222	1.20	0.57	117.7	125.3
7 区	0.460	0.254	1.46	0.65	130.4	113.0

日平均給餌量： $\Sigma_n (\text{給餌量} / n \text{ 日目の生残尾数}) / n$ ；飼育日数給餌率：日平均給餌量 $\div$ { (開始時BW + 終了時BW) $\div$ 2 } $\times 100$ 餌料効率：1尾あたりの増重量 $\div$ 日平均給餌量 $\times$ 飼育日数 $\times 100$

崎らの実験結果と同様に油脂の添加効果が見られている。また、Ⅰ期の餌について脂質補正含量と粗タンパク補正含量から飼育成績を比較してみると、粗タンパク含量についてはほぼ等しい1、2、6区の脂質補正含量は、2区(7.0%)<1区(10.0%)<6区(12.9%)となるが(第5表)、これらを給餌した試験区の日間成長率は2区(0.895%)<1区(1.092%)<6区(1.430%)となり、同様に油脂の添加効果があったとみられる。

肉食性魚類に対して、可消化エネルギー含量が低い飼料を与えると蛋白質の一部がエネルギー源として消費され、油脂を添加して飼料のエネルギー含量を高めると蛋白質の利用効率が向上するとされている²⁾。Ⅰ期で、脂質含量がほぼ等しい2区と7区で粗タンパク含量を比べてみると、2区(48.0%)に比べ7区(41.0%)のほうが少ないが、肥満度、日間成長率では7区のほうが良い結果を示し、この点でも油脂によるタンパク質の節約効果はあったものと思われる。また同様に6区と7区を比べると、肥満度、日間成長率はほとんど差がみられなかったが、飼料効率では7区が優れていた。この場合、6区のヒラメ用+ウナギ用配合飼料には油脂分が充分含まれているので、イカ肝油の添加はむしろ過剰添加になったのではないかと考えられる。油脂の過剰添加は油肥りとなり肥満度は高くなるが、エネルギーの有効利用にはつながらず、逆に病気に弱い魚が出来てしまう恐れもでてくる。これらの結果から、ペヘレイの適温と考えられる25℃付近における粗タンパクと脂質の最適割合は粗タンパク40%、脂質7%程度ではないかと推察した。

Ⅱ期についてみると、油脂添加区の6区、7区の肥満度、日間成長率は油脂無添加区の1区、2区、3区に

比べてあまり良くなかった。7区と2区では脂質含量についてはほぼ等しいが、粗タンパク含量が前者は41.0%に対して後者は48.0%と高い(第5表)が、日間成長率で比較すると2区のほうが良かった。ここでは7区の粗タンパク含量の不足が考えられる。また、6区の成長が2区に劣ったのは、供試飼料間には粗タンパク含量の差があまり無いことから、油脂の過剰投与と思われた。アミエビについては、全期を通じて好んで摂餌されているところをみるとペヘレイの嗜好性にあっているものと考えられるが、アミエビは配合飼料と比べると粗タンパク含有量が少ないので(10.43%)²⁾他に比べて飼料効率が低く、成長が他の配合飼料に比べて良くない。以上のことから、ペヘレイの低水温時(17℃前後)における粗タンパクと脂質の割合は、粗タンパク含量を45%前後、脂質の割合を5%前後とするのが良いと思われた。

季節ごとの餌を何にすべきかを考えた場合、今回の試験結果からは次のように考えられる。春先と秋口(17℃前後)には、粗タンパク含量48.0%、脂質含量7.0%のウナギ用配合飼料を使うと良いと思われる。また水温が低くて餌喰いが悪いときには嗜好性のよいアミエビを与えるのも一つの方法である。しかし長期間のアミエビ投与は配合飼料に比べて成長が遅れることが予測されるし、その後の配合飼料に切り替えた時の餌喰いが悪くなる可能性があるため、なるべく短期間とするか、もしくは配合飼料と併用して与えるのが良いと思われる。アミエビの保管管理は充分注意し、常に新鮮なものが与えられるように気をつける必要がある。

また、ペヘレイの適温と考えられる25℃前後の日が多くなる夏期には、粗タンパク含量41.0%、脂質含量

第5表 飼育用飼料種類比較試験の供試飼料の脂質・粗蛋白質補正含量

試験区	Ⅰ 期		Ⅱ 期	
	脂質	粗蛋白質	脂質	粗蛋白質
1 区	10.0	47.0	3.0	39.0 (%)
2 区	7.0	48.0	7.0	48.0
3 区	3.0	43.0	3.0	43.0
4 区	3.3	16.3	3.3	16.3
5 区	8.5	47.5	7.0	50.5
6 区	12.9	47.5	11.4	50.5
7 区	7.6	41.0	7.6	41.0

7.6%のマス用+コイ用+イカ肝油（外割5%添加）を与えると良いと思われる。しかし、この場合油脂を外割で加えるため作業が煩雑になる上、高温時には油脂の酸化の問題が生じることが予測される。したがって数日分の餌を連続給餌する方式の自動給餌機の使用よりは手まき給餌を行うことの出来るときだけにしたいほうが望ましい。また給餌を自動給餌機だけに頼る場合には、むしろ油脂を加えなくても単品で成長の良いと思われるヒラメ用配合飼料を与えるのも一方策と思われる。

実際の養魚において使う餌の種類を決める場合、成分と飼育成績との比較の他に、配合飼料の価格も重要な要素となってくる。第6表に餌料種類別の購入単価を示したが、春先には魚体が小さく給餌量が少なくすむので、多少価格が高くても飼育成績の良い飼料を与えることも可能だが、夏以降の1日当たりの給餌量が増加してきた場合には、なるべく安価な飼料で効率の良いものを与えることが企業性を高めるためにも必要なことである。

次に給餌量であるが、戸田ほか¹⁾によると水温25℃におけるベヘレイ1年魚の飽食量は、マス用配合飼料では給餌率で2.5%であるとしている。今回の実験では、水温条件の似通ったI期のマス用の給餌率は1.30%と計算された。今回の実験では配合飼料の他に天然生物飼料が多く食べられており、そのために給餌量が少なくなったものと推察される。この実験では飽食量に近い量を与えて行っているが、実際の養魚では一般に飽食量を与えるのは好ましくないといわれており、春先や秋口（水温17℃前後）ではウナギ用を使い給餌率0.6%、夏期（水温25℃前後）ではマス用+コイ用+イカ肝油で給餌率1.1%程度が望ましいと思われた。また、ベヘレイは無胃魚であるため、摂餌状態はコイなどに似た不断等量摂餌ではないかと予測されたが、今回の実験では朝の喰いが悪く、午後になると喰いが良くなるが多かった。また、水温条件の似通った朝と昼を比べてみても、やはり朝より昼の喰いが良い傾向が観察された。

今回の試験結果をみると、ベヘレイの水温条件による栄養要求の違いは予想した以上に大きいものとなった。今後追試することによりベヘレイの最適の粗タンパクと脂質のバランスをさらに細かく解明するとともに、それにもとづく油脂の最適添加量などを明らかにしたい。

第6表 ベヘレイ養成に使われている飼料別購入単価

餌料種類	単価
コイ用配合飼料	130 (円/kg)
マス用配合飼料	130
アユ用配合飼料	180
ウナギ用配合飼料	240
ヒラメ用配合飼料	550
アミエビ	80

摘 要

- 1) 水田養殖環境下において水温条件の異なる2つの期間、すなわち夏場の平均水温が25℃付近（I期）の時期と春先や秋口に予測される17℃付近（II期）の二期間について、現在市販されている各種飼料を給餌してベヘレイを飼育し、各々の飼育成績を比較検討するとともに、飼育水温と適正餌料種類との関係を検討した。
- 2) 0.5 tパンライト水槽を8個使って、供試魚にはI期、II期ともベヘレイ1年魚（I期 平均体重33.78±6.01 肥満度10.57、II期 平均体重35.98±6.87 肥満度11.06）を用い、各々の飼育成績を比較検討した。
- 3) どの試験区も全期間を通じて摂餌は活発で、また水槽底部には泥が数cm堆積し、赤虫など水田養殖下で存在する餌料になりうる生物が確認されたほか、ベヘレイの消化管内容物観察から、これらの微小生物を捕食していたことが確認された。
- 4) 成長で最も良かったのは、I期では（マス用+コイ用+イカ肝油）区および（ヒラメ用+ウナギ用+イカ肝油）区で、II期では（ウナギ用）区であった。また、無給餌区を除いて成長の悪かったのは、I期では（マス用）区、II期では（ヒラメ用+ウナギ用）区であった。
- 5) 時間による摂餌量の違いは、I期、II期とも各区で8:30<11:30<14:30の関係がみられ、各区とも曇天晴天にかかわらず、午前より午後の方が多く摂餌する傾向がみられた。

6) 同じ飼料であっても、水温条件の相違により各飼料ごとの飼育成績が異なることが分かった。すなわち、ペヘレイの飼育適温と考えられる夏場の25℃付近では、イカ肝油の添加効果が確認でき、最適餌料の粗タンパクと脂質の最適割合は粗タンパク40%、脂質7%程度ではないかと推察した(マス用+コイ用+イカ肝油外割5%添加)。また、春先と秋口の低水温時(17℃前後)には油脂の過剰投与が考えられるので、粗タンパク含量を45%前後、脂質の割合を5%前後とするのが良いと推察した(ウナギ用配合飼料にアミエビ併用)。

引用文献

- 1) 石崎博美・小山定久(1981): ペヘレイに対する飼料への油脂添加効果試験。神奈川県淡水魚増殖試験場報告, 17, 98-99
- 2) 荻野珍吉(1980): 魚類の栄養と飼料。恒星社厚生閣, 168
- 3) 田村正(1956): 飼料の種類。水産増殖学, 138
- 4) 鈴木克宏・阿井敬雄・牛山宗弘・山下一臣(1975): 養鰻用配合飼料への油脂の添加効果に関する研究。静岡県水産試験場報告 昭和49年度, 208
- 5) 戸田久仁雄・押野稔弘(1991): ペヘレイの水田利用養殖技術開発試験-I、給餌率の検討。神奈川県淡水魚増殖試験場報告, 27, 44-47