

ペヘレイ健苗量産技術開発試験—Ⅲ

ペヘレイ飼料への油脂添加がペヘレイの 成長・活力に及ぼす影響

戸井田伸一

ペヘレイは神奈川県に導入されてから常に冬場の疾病に悩まされ続けている。主要な原因は水カビ病と抗酸菌症による疾病であるが、寄生虫にも弱く、またスレなどの外傷から感染症を引き起こすケースを繰り返している。

この対策として、ビタミンEやフィードオイル（タラ肝油）を飼料に添加し魚体の皮膚及び体力の増強を図ってきたが、効果はでていない。

そこで、配合飼料に3種類の油脂を添加し、魚体に脂肪分を蓄積させて体力の向上を図った。

また、比較のため不飽和脂肪酸の含有量の多いヒラメ用飼料を対照に加えた。

施設の関係で1飼料当り1面の試験しかできなかったため、開始時の魚の大きさが異なるがほぼ同様の試験を2回行った。

本試験は、昭和63年度ペヘレイ健苗育成試験の一環として実施したものである。

材料及び方法

実験1

アユ種苗生産施設において昭和62年10月10日から29日にかけての20日間（給餌期間19日）実施した。

供試魚は、当场で継代飼育しているペヘレイから自然産卵により得た卵を一連の健苗育成試験で飼育したもので、ふ化後147日目のものを使用した。

収容尾数は一水槽当り50尾で、翌日から試験を開始した。飼育水槽として、外側を黒色ペンキで塗装した500ℓパンライト水槽5面を使用し、湧水を毎分1～2ℓ添加した（循環率3～6回）。

試験区の設定は第1表のとおりで、油脂を外割で各5%、ビタミン剤を1%添加した。

ビタミン剤は、日本ロシュ株式会社製のロビソール

第1表 試験区の設定

試験区	内 容
1	対照区, 油脂は無添加
2	イカ肝油添加
3	タラ肝油添加
4	大豆油添加
5	ヒラメ用飼料（油脂は無添加）

AD3EC オーラルを使用した。このビタミン剤には、1ml中にビタミンAが50,000 I.U., ビタミンD3が5,000 I.U., ビタミンEが30 I.U., ビタミンCが100 mg含有されている。

タラ肝油は、理研ビタミン株式会社製のフィードオイルオメガ、イカ肝油は同社の乳化剤（大豆レシチン）入りイカ肝油を使用した。

大豆油は、精製したもので大豆レシチンを5%添加したものをを使用した。

給餌率は体重の4%を基準とし、一日8回手撒きで与えた。

また、試験終了後各試験区の魚の活力を比較するため、各区8尾ずつ残し、絶食試験を行った。

なお、試験水槽を絶食試験開始後40日経過した時点で、500ℓパンライト水槽から底面濾過方式の60ℓのガラス水槽に変更した。

絶食試験の方法は、給餌を行わずに、湧水を添加するだけで飼育するものである。

魚がへい死した時点でそのつど計測し、累積へい死尾数が4尾になった時点で終了した。

実験2

アユ種苗生産施設において昭和62年11月28日から12

同様の傾向がみられた。

例外は、クラ肝油で、飼料中には22:6n-3が3番目に多かったにも係わらず、魚体では増加していなかった。

わずか10日間程度の給餌であったが、供試飼料の脂肪酸組成がベヘレイの魚体に与える影響は大きく、油脂の添加効果は大きいと言える。

第3表 魚体の脂肪酸組成 (%)

試 験 区	開始時	1 区	2 区	3 区	4 区	5 区
水 分	77.72	78.74	—	77.44	78.22	76.39
粗蛋白質	16.53	14.61	—	15.32	15.07	15.29
粗 脂 肪	2.24	3.74	—	4.46	4.33	5.82
粗 灰 分	3.07	2.44	—	2.51	2.51	2.29
14:0	1.76	2.23	2.40	2.86	1.68	2.83
16:0	19.08	21.22	20.40	20.93	18.96	18.09
16:1n-7	4.39	3.55	3.92	4.80	2.61	7.70
16:2	—	—	—	0.31	—	0.43
18:0	6.35	4.92	4.65	4.47	5.26	3.94
18:1n-9	22.33	24.02	24.14	24.21	23.40	23.95
18:2n-6	6.60	14.08	12.85	12.40	21.37	1.79
18:3n-6	—	0.66	0.48	0.61	0.90	—
18:3n-3	3.80	1.35	1.58	1.44	2.08	0.75
18:4n-3	—	—	0.72	0.58	—	1.16
20:1n-9	4.05	4.58	4.05	6.17	3.73	7.00
20:4n-6	1.99	0.95	0.93	0.71	0.87	1.09
20:5n-3	5.22	2.79	3.63	2.86	2.37	6.16
22:1n-9	1.33	1.50	1.30	2.38	1.04	3.53
22:5n-3	2.86	2.22	2.70	2.15	2.04	3.07
22:6n-3	19.41	15.41	15.82	12.83	13.69	17.16
24(?)	0.84	0.53	0.42	—	—	0.45
unknown	—	—	—	0.30	—	0.90
Σn-3HUFA	27.49	20.42	22.15	17.84	18.10	26.39
飼料中の絶対値						
18:2n-6	0.15	0.53	—	0.55	0.93	0.10
18:3n-3	0.09	0.05	—	0.06	0.09	0.04
18:4n-3	0.00	0.00	—	0.03	0.00	0.07
20:1n-9	0.09	0.17	—	0.28	0.16	0.41
20:5n-3	0.12	0.10	—	0.13	0.10	0.36
22:1n-9	0.03	0.06	—	0.11	0.05	0.21
22:6n-3	0.43	0.58	—	0.57	0.59	1.00
Σn-3HUFA	0.62	0.76	—	0.80	0.78	0.54

月18日にかけての21日間（給餌期間20日）実施した。

供試魚は、実験1と同じ由来の魚で、ふ化後195日目のものを使用した。

収容尾数は一水槽当り50尾で、翌日から試験を開始した。飼育水槽として、外側を黒色ペンキで塗装した500ℓパンライト水槽を使用し、湧水を毎分2～3ℓ

添加した（循環率6～9回）。

試験区の設定は第2表のとおりで、油脂を外割で5%、ビタミン剤を1%添加した。油脂の適正添加量の検討をふまえ、成績の悪かった大豆油区に変えて、イカ肝油2.5%添加区を設けた。

給餌率は体重の3%を基準とし、一日4回手撒きで与えた。

第2表 試験区の設定

試験区	内 容
1	対照区, 油脂は無添加
2	イカ肝油添加 (5%)
3	タラ肝油添加
4	イカ肝油添加 (2.5%)
5	ヒラメ用飼料 (油脂は無添加)

結 果

実験1

試験結果を第3表に試験期間中の水温を第1図に示した。

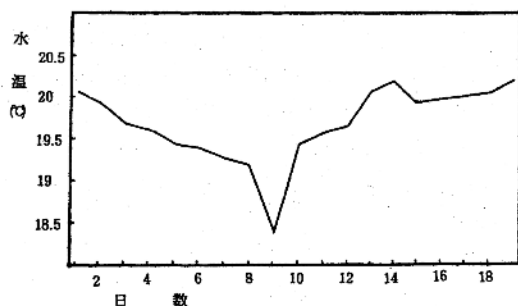
飼育水が汚れたため湧水を大量に添加したところ、水温が18.5℃まで低下し摂餌不良となった。この対策として200Wヒーター2本を使い水温を20℃に保つよ

第3表 実験1の飼育結果

	1区	2区	3区	4区	5区
開始時					
全 長 cm	8.45±0.45				
体 長 cm	7.00±0.39				
体 重 g	3.28±0.063				
肥 満 度	9.43±0.059				
尾 数 尾	50				
終了時					
全 長 cm	9.24 ^b ±0.58	9.59 ^a ±0.61	9.20 ^b ±0.52	9.29 ^b ±0.53	9.55 ^a ±0.57
体 長 cm	7.63 ^b ±0.47	7.91 ^a ±0.50	7.58 ^b ±0.44	7.67 ^b ±0.52	7.88 ^{a,b} ±0.49
体 重 g	4.51 ^b ±0.09	5.04 ^a ±0.12	4.04 ^c ±0.084	4.16 ^{b,c} ±0.091	5.23 ^a ±0.10
肥 満 度	10.02 ^{a,b} ±0.057	9.97 ^b ±0.076	9.14 ^c ±0.081	9.12 ^c ±0.079	10.56 ^a ±0.068
へい死数 尾	0	0	0	0	0
生 残 率 %	100	100	100	100	100
給 餌 期 間 日	19	19	19	19	19
給 餌 量 g	105.4	138	119.6	121.2	129.2
開始時総重量 g	164	164	164	164	164
終了時総重量 g	222.5	249.4	202.0	207.6	259.6
増 重 量 g	58.5	85.4	38.0	43.6	95.6
餌 料 効 率 %	55.5	61.9	31.8	36.0	74.0
日間増重率 %	0.73	0.98	0.48	0.54	1.07

飼料ごとの全長、体長、体重の平均値の肩の符号が異なるもの間では、有為水準5%で有為差が認められる。

$$\text{日間増重率} = \frac{\log(W2) - \log(W1)}{\text{給餌日数}} \times 100 \quad (W2 \text{ は終了時, } W1 \text{ は開始時の体重})$$



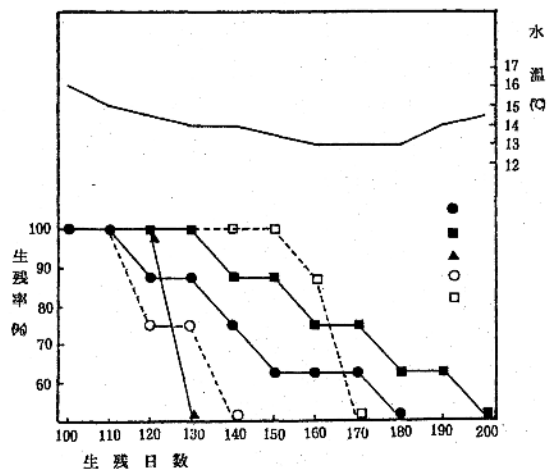
第1図 実験1の水温

うにしたところ摂餌は活発になった。

試験終了時の各平均値について分散分析を行ったところ、有為水準5%で各飼料間に有為差が認められたので、各個体別にDUNCANの多範囲検定法により検定した。検定結果を第3表の終了時の各平均値の数値の右肩に記入した。

全長と体長は、イカ肝油の添加区とヒラメ飼料区が優れていた、タラ肝油と大豆油の添加区は、無添加区に比べほとんど差がなかった。

体重はヒラメ飼料区とイカ肝油区が良く、タラ肝油と大豆油区は無添加区に劣った。



第2図 絶食試験による生存状況と水温

肥満度は、ヒラメ飼料区が最もよく、次に無添加区、イカ肝油区でタラ肝油区と大豆油区は劣っていた。

飼料効率は、ヒラメ飼料区が74.0%で最もよく、次にイカ肝油区(61.9%)、無添加区(55.5%)、大豆油添加区(36.0%)、タラ肝油区(31.8%)であった。

無添加区の飼料は、給餌後しばらくは水面に浮いて

第4表 絶食試験結果

	1区	2区	3区	4区	5区
生存日数	115 135 149 172	132 159 179 195	122 125 127 129	113 118 131 134	152 160 162 162
平均生存日数	157.9*	181.1**	127.9	129.5	161.0**
へい死魚測定値(平均)					
全長(mm)	86.9	94.4	88.1	87.5	96.2
体長(mm)	72.3	76.6	72.5	72.7	77.7
体重(g)	2.0	2.8	2.1	2.5	3.1
肥満度	5.2	6.4	5.3	6.1	6.5

数字の肩に* があるものは、有為水準5%で有為差が認められる。

数字の肩に** があるものは、有為水準1%で有為差が認められる。

$$\text{平均生存日数} = \sum_{j=1}^m S(t_{j-1} + 0)(t_j - t_{j-1}) + S(t_m + 0)(t_{\max} - t_m)$$

t_j は生存日数、 j は生存日数の大小順に並べた番号で m が最後の数字、 $t_{\max}$ は最大値、 $t_{j-1} + 0$ は時刻 t_j の直前を示す。

いるため、すぐに沈む他の区の餌との間では、餌料効率に影響があるかと思われたが、摂餌状況を観察している限り、底に落ちた餌も数分で食べ尽くしていたので、油脂の添加による物理的な影響はないと思われた。

魚の活力を比較するために行った絶食試験結果を第4表及び第2図に示した。

へい死までの日数は最短で113日、最高は195日であった。試験期間中水温が13℃まで低下したものの、全ての区が3ヶ月以上生残したことは、予想外であった。

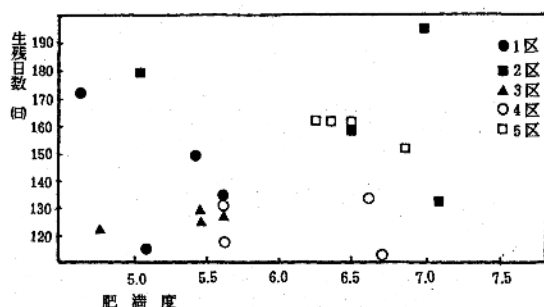
へい死のパターンは2種類あり、無添加区及びイカ肝油区のように1尾ずつ順々にへい死していくもの、もう一つは、短期間にへい死が集中するものであった。

また、後者の中にもタラ肝油区と大豆油区のように早期(129日と135日)に死ぬものと、ヒラメ飼料区のように162日まで生残するものに分かれた。

各区の平均生残日数をKaplan-Meierの推定法により求めると、イカ肝油区(181.1日)、ヒラメ飼料区

(161.0日)、無添加区(157.9日)、大豆油区(129.5日)、タラ肝油区(127.9日)の順であった。

平均値の差の検定をPeto & Petoのlog-rank検定で行ったところ、タラ肝油区と大豆油区が他の3区



第3図 絶食試験によるへい死時の肥満度と生残日数の関係

より劣っていた。個体数が少なかったこともあり、その他の3区間では、有為水準5%で有為差が認められ

第5表 実験2の試験結果

		1区	2区	3区	4区	5区
全	長 cm	11.6±0.69				
体	長 cm	9.40±0.52				
体	重 g	8.59±1.81				
肥	満 度	10.18±0.53				
尾	数 尾	50				
全	長 cm	11.53 ^b ±0.79	12.01 ^a ±0.49	11.66 ^b ±0.75	11.68 ^b ±0.70	11.98 ^a ±0.44
体	長 cm	9.65 ^b ±0.69	10.04 ^a ±0.38	9.69 ^b ±0.68	9.74 ^b ±0.63	10.01 ^a ±0.30
体	重 g	9.26 ^b ±2.27	10.52 ^a ±5.44	9.44 ^b ±2.24	9.63 ^b ±2.14	10.14 ^a ±3.88
肥	満 度	10.12±0.82	10.23±0.73	10.20±1.10	10.25±0.87	10.01±0.68
へい死	数 尾	0	0	0	0	0
生残	率 %	100	100	100	100	100
飛び出し	尾	0	1	0	1	0
給餌	期間 日	20	20	20	20	20
給餌	量 g	180	250	200	240	250
開始時	総重量 g	429.5	429.5	429.5	429.5	429.5
終了時	総重量 g	463.0	525.3	472.0	480.8	507.0
(補正值)						
増重	量 g	33.5	95.8	42.5	51.3	77.5
餌料	効率 %	18.6	38.3	21.3	21.4	31.0
日間	増重率 %	0.164	0.441	0.205	0.248	0.361

飼料ごとの全長、体長、体重の平均値の肩の符号が異なるものの間では、有為水準5%で有為差が認められる。

れていなかった(戸井田・城条 1989d)。また、イカ肝油でも2.5%の添加量では効果が少なかったことから、ペヘレイのn-3HUFA要求量は相当高いレベルにあると思われる。

當場で使用している市販の各種養成用配合飼料の成分量を第6表に示した。これによるとコイ、アユ、マス等淡水魚用の配合飼料の脂肪の含有量は3~4%と低くなっている。ヒラメ用飼料は12%、イカ肝油を5%添加した飼料は計算値で約8%以上と高くなっている。今回実験では、高脂質の飼料がよい成績であったことから、ペヘレイの養成用飼料には従来の淡水魚配合飼料よりも脂肪の含有量の高い海産魚用の配合飼料を使用するか、油脂の添加を行う必要があるといえる。添加する油脂についても、タラ肝油ではなく、イカ肝油が望ましいといえる。今回基本飼料としたペヘレイ用飼料は、外観がコイ用飼料と類似しているため成分割合を調べたところ、従来當場で使用してきたコイ用飼料と同じであった(第6表)。つまりタラ肝油の添加区と大豆油添加区は従来當場が行ってきたペヘレイの栄養強化法と同じであり、いままでの飼育経験で効果が見られていないことを裏付ける結果となった。なお、當場で使用しているビタミンEは精製植物油に酢酸d,l- α -トコフェロールを添加したものであり、大豆油を添加しているのと変わらない。

一般にニジマスやコイ等の淡水魚では、配合飼料に大豆油を添加することにより増量、餌料効率の向上が見られている(小林・鎌田 1976)、(竹内 1978)。

一方マダイ等海産魚では大豆油の栄養価はタラ肝油に劣るばかりでなく弊害も指摘されている(米他1971)。

ペヘレイは大豆油の添加効果はなく、しかも絶食試験ではマイナスに働いており(第4表)、ペヘレイの必須脂肪酸はマダイ等海産魚に近いと思われる。しかし、海産魚で有効なタラ肝油がペヘレイには添加効果がないことを考えると、ペヘレイの必須脂肪酸は独特なものがありそうである。

コイでは、肥満度が大きく体脂質含量の多い魚ほど長時間の飢餓に耐えることができ越冬前の脂肪の蓄えが越冬の成否を決定すると言われている(ニコルスキー 1964)。

また、越冬前に与える飼料への添加油脂の違いが越冬中の生残に影響を及ぼすことが示唆されている(竹内 1978)。そこで配合飼料に各種油脂を添加して飼育したペヘレイを、絶食試験により比較した。

飼育試験終了時の平均肥満度は、ヒラメ区、無添加区、イカ肝油、タラ肝油区、大豆油区の順であったが、平均生残日数はイカ肝油区、ヒラメ区、無添加区、タラ肝油区、大豆油区で全体的には肥満度の大きかった区が生残日数が延びる結果となっている。しかし、イカ肝油区は肥満度がやや低いものの生残日数は最長となっている。またへい死時の肥満度と生残日数との関係を個体別にみると第3図のようになり、肥満度と生残日数との間に相関はなく、飼料間の違いが大きくなっている。

この絶食試験の結果からもイカ肝油の添加効果は著しく、ペヘレイの飼育飼料の改善に大きく寄与すると思われる。

要 約

- 1) ペヘレイ種苗の質的向上を目指すため、配合飼料に各種の油脂を添加し成長等への影響を調べると共に絶食試験により活力の比較を行った。
- 2) 配合飼料にイカ肝油を5%添加したものは成長、餌料効率、活力の全ての点で優れていた。ヒラメ用配合飼料はイカ肝油区とほぼ同等の成績であった。
- 3) タラ肝油と大豆油は、成長等には殆ど貢献していない、むしろ活力を低下させた。
- 4) ペヘレイの育成用飼料には、油脂の含有量の多いものが優れていた。そこで、ヒラメ等海産魚用配合飼料を使用するかまたは、淡水魚用配合飼料にイカ肝油を添加し脂質含量を増やす必要がある。
- 5) ペヘレイの絶食に対する影響は肥満度よりも飼育飼料の違いの方が大きかった。

引 用 文 献

- 1) 石崎博美・小山定久(1985): ペヘレイ養殖に関する基礎研究-II, 稚魚に対する飼料の油脂添加効果. 神奈川県淡水魚増殖試験場報告, 21, 30-31.
- 2) 小林正典・鎌田淡紅郎(1976): 飼料. 養鱒の研究, 31-47, 緑書房.
- 3) 竹内昌昭(1978): 養魚飼料における油脂添加の問題点. 養魚と飼料油脂, 112-122, 恒星社厚生閣.
- 4) 竹内俊郎(1978): 淡水魚の必須脂肪酸と脂質の栄養価. 養魚と飼料油脂, 23-42, 恒星社厚生閣.
- 5) 丹後俊郎(1983): 生存時間に関する推測. 医学

への統計学, 193-203, 朝倉書店.

6) 戸田久仁雄他 (1987) ペヘレイの水カビ病と油脂・ビタミン添加飼料との関連について. 神奈川県淡水魚増殖試験場報告, 25, 50-51.

7) ニコルスキー (1964) 魚類生態学. 228-229, たたら書房.

8) 米康夫他 (1971): マダイの栄養要求に関する研究-Ⅲ, 各種油脂の栄養価と至適脂肪量. 九州大学農学部付属水産実験所業績, 1, 49-60.