

養鯉用餌料における餌料効率と投与餌料中の蛋白質含有率及び脂肪含有率の相互関係について

山崎 耿二郎* · 光田 光男**

はじめに

霞ヶ浦北浦の網いけす養殖業は出荷価格が低迷している中での餌料価格の上昇、あるいは生産の基盤である湖水の悪化という存立にかかわる重大な問題をかかえその状況はきわめてきびしい状態にある。

特に水質悪化については被害者の立場とともにその水で生活する者として自らも又汚濁負荷の軽減に努力せねばならぬ立場にある。

それ故これらの状況の改善を目的とした餌料の質的な研究は養殖経営の成立と汚濁負荷の軽減という両面を明確に意識されなければならない。

このような視点にたつて、現在の養魚用餌料を検討する時、最も問題となるのは蛋白質含有率の高さであろう。

餌料効率と蛋白質含有率及び脂肪含有率の関係については、種々の検討がなされ特に最近では蛋白質への代替性（エネルギー源として）の有効なことが報告されている。

これらの報告は、餌料効率と蛋白質含有率あるいは餌料効率と脂肪という2者の組み合わせによるものが大部分で、餌料効率と蛋白質含有率、脂肪含有率を総合的には検討されていない。

しかしながら本湖のように養殖経営の成立と汚濁負荷の軽減という相反するであろう命題のぎりぎりの接点を求めなければならぬ場合には、より合目的な餌料効率の設定そして餌料の質の決定がなされることが必要であり、しかも餌料の質とその効果（餌料効率）について定性的ではなく定量的な把握がなされなければならない。

本報告は過去の知見及び本場が出島村漁業協同組合から依頼されて行った油脂添加試験の結果を元に、蛋白質含有率の低下を目的としてまず、餌料効率と蛋白質含有率及び脂肪含有率について総合的な把握を試みたものである。

1 餌料効率と投与餌料中の蛋白質含有率、脂肪含有率の関係について

経済学で使用される生産関数は投入資源とそれから生産される生産物の基本的な関係を表わす

* 現漁政課

** 現霞ヶ浦北浦水産事務所

もので、投入要素とそれからの産出の関数的な関係を一般的に

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

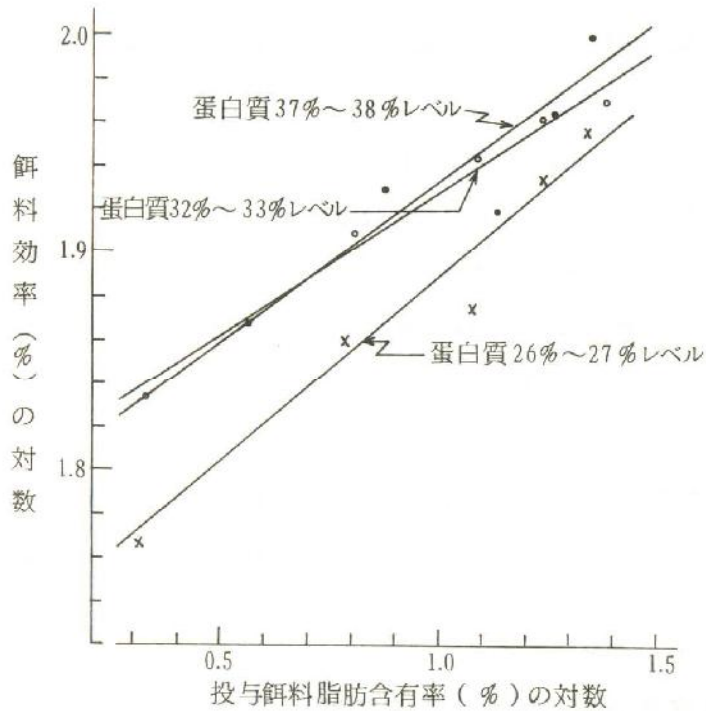
の形で表わしている。ここでYは産出量、 X_1, X_2, \dots, X_n は、n種類の投入要素の投入量を表わしている。

ここでは、餌料効率と投与餌料中の蛋白質、脂肪の関係において、投与餌料中の蛋白質及び脂肪を投入要素、餌料効率を産出と仮定し、前述のような関数関係の成立するか否かを検討する。

大前¹⁾は「コイ飼料に関する試験」の中で、蛋白質含有率を3レベルに分けそれぞれのレベルごとに5レベルの脂肪含有率を設定し餌料効率を測定しているので、その報告を元にまず前述の関数関係が成立するか否かを検討する。

第1表は、大前¹⁾の試験結果の一部を転記したものであり、第1図及び第2図は第1表を元に対数図示したものである。

経済学で試みられる生産関数は種々の形のものが試みられているが、ここでは最も一般的な形、即ち、



大前：長野県水産指導所研究報告飼料1977。「コイ飼料に関する試験(45~58)表8, 表9より作成

図1 餌料効率と脂肪含有率の関係
(蛋白質含有率を一定とした時)

第1表 コイ飼料における蛋白質と脂肪の適正配合比率、飼育試験結果*

蛋白質群	試験区	投与餌料		試験結果の餌料効果
		粗蛋白質	粗脂肪	
40%	1	36.77	3.63	73.7
	2	37.58	7.48	84.9
	3	37.36	13.45	83.2
	4	37.68	18.02	92.2
	5	37.24	21.79	100.0
30%	1	32.78	2.09	68.2
	2	32.87	6.37	81.0
	3	33.78	12.09	87.7
	4	33.66	16.92	91.6
	5	33.04	23.85	93.3
20%	1	25.80	2.03	59.2
	2	26.20	5.83	72.6
	3	27.08	11.65	74.9
	4	27.27	17.12	86.0
	5	26.90	21.58	90.5

*この表は、大前：長野県水産指導所研究報告飼料1977。「コイ飼料に関する試験」(45~58)表8, 表9の一部である。

$$E = KF^\alpha \cdot P^\beta$$

で表わすこととする。ここで云うEは餌料効率(%), Fは脂肪含有率, Pは蛋白質含有率を示し, (以下式中のE, F, Pは同様とする。) K, α , β は定数。

前に述べた大前¹⁾の試験結果である第1表について, 前式の一般式を,

$$\log E = \log K + \alpha \log F + \beta \log P$$

の一次形に直し, K, α , β を最小二乗法によって求めると,

$$E = 19.99 \cdot F^{0.14} \cdot P^{0.32}$$

となり, 偏相関係数及び重相関係数は, $\Gamma_{EF \cdot P} = 0.644$, $\Gamma_{EP \cdot F} = 0.999$, $\Gamma_{E \cdot FP} = 0.998$ になり, 相関度も高く, 前述の三者の関係をこのような実験式の形で整理することは, 現象をは握する一つの方法として成立するのではないかと考えられる。

2 当场における油脂添加試験結果の検討

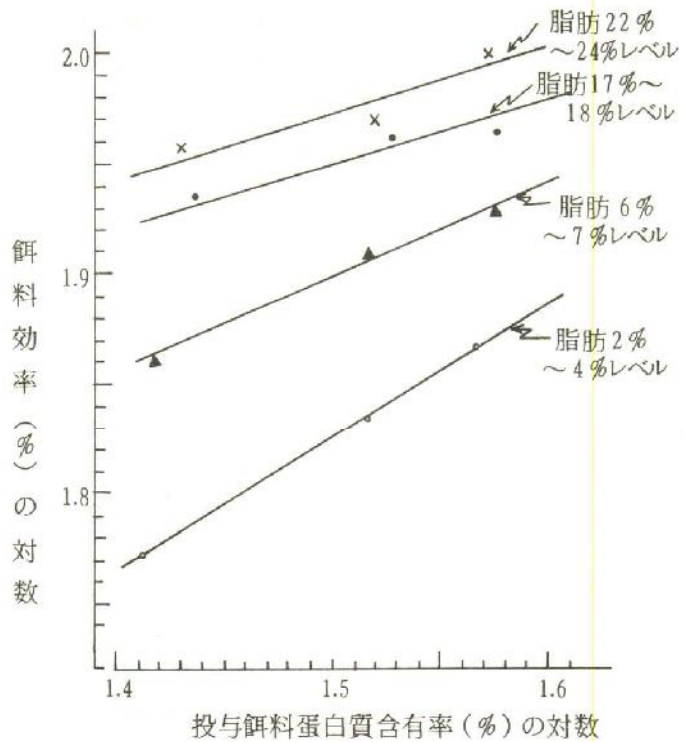
昭和53年, 当场は出島村漁業協同組合からの依頼によって, 油脂添加養鯉用餌料の餌料効果試験を行った。

依頼を受けた試験餌料は同漁協が昭和51年度から製造を開始し, 自組合員に供給を行っている同漁協調餌施設で製造されたもので, 製造方法は市販されている餌料の一般的な製造工程とは若干異なる。

試験結果の詳細は別報に譲り, ここではその結果の一部を第2表に示す。

第2表の結果を餌料効率と投与餌料中の脂肪含有率及び蛋白質含有率の関係について, 前述と同じく, $E = KF^\alpha \cdot P^\beta$ の形で整理すると,

$$E = 24.6 \cdot F^{0.06} \cdot P^{0.28}$$



大前: 長野県水産指導所研究報告, 飼料 1977. 「コイ飼料に関する試験」(45~58)表8, 表9より作成

図2 餌料効率と蛋白質含有率の関係 (脂肪含有率を一定とした時)

第2表 試験餌料の成分と試験結果

		出島 1	出島 2	出島 3	出島 4	出島 5	(対象) 市販餌料
投与餌料の一般成分	水分	2.9 %	1.5 %	3.9 %	2.3 %	5.2 %	9.9 %
	粗蛋白	42.1	36.8	34.2	30.0	25.3	38.5
	粗脂肪	10.0	17.2	9.4	17.5	16.5	6.8
	粗灰分	10.2	8.2	8.6	7.0	5.7	10.4
	粗繊維	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7	3.3
	その他	33.3	35.0	42.4	41.5	45.6	31.9
	小計	100.0	100.2	100.1	100.0	100.0	100.1
餌料効率	77.8	79.2	76.7	77.1	70.1	61.5	

$$\Gamma EF \cdot P = 0.859$$

$$\Gamma EP \cdot F = 0.977$$

$$\Gamma E \cdot FP \div 1$$

となる。

第3表は、求められた実験式による算出数値と実際の飼育結果の餌料効率を対比し示したものであるが、算出数値と実験結果は良く一致し約±2%以内に収っている。

なお、対照餌料について

は算出数値と実験結果では大きな差があり、実験結果は算出数値よりもはるかに低い数値となっている。

対照餌料と出島村漁協製の餌料と同質の成分であるならば、その試験結果は実験式による算出数値に近似するはずであるから、この数値の大きな差は水分含有率の違いを考慮したとしても大き過ぎ、配合材料中の蛋白質及び脂肪の質の違い、あるいは製造方法等の違いに論及せざるを得ないが、この点については本論の目的ではないので別の機会に譲る。

以上2例の試験結果を元に $E = KF^{\alpha} \cdot P^{\beta}$ という形の実験式に整理することの可能性は、いずれも高い相関が得られ、餌料効率と投与餌料中の蛋白質含有率及び脂肪含有率については、この

第3表 餌料効率について、実験式算出数値と実験結果との比較

試験区 No	投与餌料		餌料効率 実験結果 A	餌料効率 実験式 算出値 B	誤差 (B-A)
	蛋白質 含有率	脂肪 含有率			
出島 1	42.1 %	10.0 %	77.8 %	80.0 %	+2.2 %
出島 2	36.8	17.2	79.2	79.5	+0.3
出島 3	34.2	9.4	76.7	75.2	-1.5
出島 4	30.0	17.4	77.1	75.2	-1.9
出島 5	25.3	16.5	70.1	71.5	+1.4
※対照	38.5	6.8	61.5	76.3	14.8

※実験式作成の資料には、対照実験の市販餌料の数値は使用していない。

ような実験式の形で整理することは充分有効であると云えよう。

3 求める餌料効率を設定した場合の價格的に最適な蛋白質含有率及び脂肪含有率決定の試みについて

前述の $E = KF^\alpha \cdot P^\beta$ の実験式で餌料効率を求める数値 E_I に設定した場合、投与餌料中の蛋白質と脂肪の代替効果の許される範囲内では、蛋白質含有率あるいは脂肪含有率の選択的決定は自由である。

しかし、この場合大事なことはその組合せがいかに安価であるかということであり、最も安価な組合せは自由ではない。

今、餌料効率を E_I とすると、

$$E_I = KF^\alpha \cdot P^\beta, \quad E_I \text{ は定数}$$

又、投与餌料の脂肪及び蛋白質の単価をそれぞれ a_1 、 a_2 とし、一定の費用 C の中で組み合わせを行うとすると、

$$C = a_1 F + a_2 P \text{ の形となる。}$$

従って、餌料効率を一定にした場合の最も安価な組み合わせは、第3図で示した $E_I = KF^\alpha \cdot P^\beta$ の曲線と、 $C = a_1 F + a_2 P$ の直線が重なる $F_1 \cdot P_1$ である。

即ちこのことは、 $E_I = K \cdot F^\alpha \cdot P^\beta$ の接線の勾配と $C = a_1 F + a_2 P$ の勾配が一致する $F_1 P_1$ を求めれば良いから、

$$\frac{aP}{aF} = -\frac{a_1}{a_2} \text{ で求められる。}$$

例えば、前述の出島村漁協製餌料について得られた実験式から最も安価な組み合わせを算出すると、

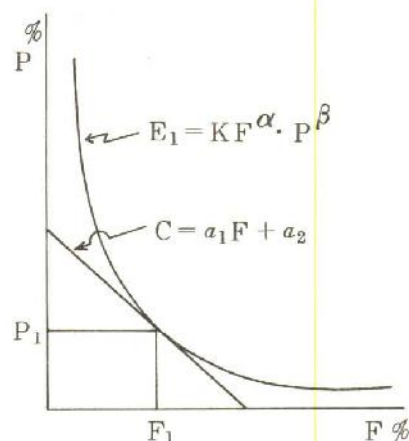
$$E_I = 80 \% \text{ とした時、} P = 40.3 \% , F = 11.0 \%$$

$$E_I = 75 \% \text{ とした時、} P = 36.4 \% , F = 6.1 \%$$

となる。この場合問題をより単純化するために餌料中の蛋白質の価格は全て魚粉の価格で（180 円/kg …… 蛋白質として）脂肪の価格は全てフィードオイルの価格（230 円/kg）で算出した。

おわりに

以上、著者等は餌料効率と投与餌料中の蛋白質含有率及び脂肪含有率との総合的な関係について、



第3図 投与餌料の蛋白質と脂肪の有利な組み合わせ

$E = KF^{\alpha} \cdot P^{\beta}$ という関数形で試験結果を整理することを試み、その結果は、試験結果と良く一致することから充分使用に耐える実験式の形であるとの認識を持ち、同時にこのように関数で整理することによって、餌料の質と餌料の効果の関係について、より量的に種々の問題をは握ることができよう。

しかし、同時に、前述した実験式について、検討課題が数多く存在することも事実である。

例えば大前¹⁾の結果による実験式と当場の試験結果による実験式との、 K 、 α 、 β の違いは、何に由来するものであろうか。

又、図1、図2に示した回帰線の勾配のレベルによる違い、又餌料効率を設定した場合の最安価な組合せの問題についても、現実の餌料では、全ての蛋白質は魚粉由来のものではなく、脂肪分についても、一般市販餌料の場合は、その殆んどが、フィードオイルではなく、配合原材料に由来するのであるから、問題はより複雑であろう。等々、今後の検討課題である。

参 考 文 献

- 1) 大前：長野県水産指導所研究報告・飼料1977。「コイ飼料に関する試験」(45～58)