

飼育環境に関する研究

(37~38年度) 高水温時におけるニジマスの 給餌率について

立 川 互

1. 目 的

河川水でニジマスを飼育するところでは、水温が 20°C 以上に上がることがある。

高水温では、ニジマスの摂餌が悪くなると、一般に知られているが、数字で示されるデータはない。

当場のニジマス飼育池は中流河川の水を使用しているため、夏期には例年、水温が 20°C 以上になる。そこで37年と38年の夏期、当場のニジマス飼育池で得た3つの飼育データをもとに、水温と魚体の大きさが、摂餌量に対して如何に影響しているか、統計的方法により解析を試みた。

計算の過程は省略した。

2. 実験の概要

下記の3つの実験データよりなる。

実験 1

昭和37年7月16日~8月17日、ニジマス0年魚 5~10g について、摂餌量の水温及び(成長に伴う)体重変化に対する関係を調査した。

方 法

供試魚を無作為に3分し、同一条件の試験池3つに17kgずつ分養、餌料は市販ペレットを使い、給餌方法その他の条件を同じにして飼育した。

給餌量と給餌方法

給餌回数は朝夕9.00と16.00時2回とし、給餌量は常にだいたい腹8分を目安とした。

実際問題としては、どの程度を腹8分とするか、厳密に考えると難しいことであるが、だいたい次の状態を給餌打切の目安とした。

- (1) 食いに応じて少しづつ手で餌をまいて、2~3分間で給餌する。
- (2) 摂餌動作が緩慢になりまいた餌が沈下中に捕食されないで池底まで達するようになる。

(3) 数分後には餌が池底に残留しない。

飼育池の条件

- (イ) 水 源 中流河川水
(ロ) 池の大きさ 長さ6 m、巾3 m、水深25 cm
(ハ) 注水量 水量の変動があるがだいたい5~10 l/sec

結果と考察

実験の結果は表1及び2に示す通りで、3つの区について区による差があるとは考えられない。

表1及び2の結果より計算して、水温(最高と最低の中央値をもつて代表値とした)と魚体の大きさと摂餌率の相関表をつくつた。(表3)

日々の区による摂餌量の差は実験誤差推定の一つの資料になる。

実験誤差に基く変動があるため、表2のみでは確かな情報は何もわからないので、水温と体重に対する摂餌率の重回帰を求めると、

$$Y - \bar{Y} = b_{Y1,2}(X_1 - \bar{X}_1) + b_{Y2,1}(X_2 - \bar{X}_2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 : \text{水温} (^{\circ}\text{C}) \\ X_2 : \text{体重} (g) \\ b_{Y1,2} : X_2 \text{に独立な } Y \text{の } X_1 \text{に対する回帰} \\ b_{Y2,1} : X_1 \text{に独立な } Y \text{の } X_2 \text{に対する回帰} \end{array} \right.$$

$$Y - 3.82 = (-0.27)(X_1 - 2.105) + (-0.05)(X_2 - 7.65)$$

即ち $Y = 9.89 - 0.27 X_1 - 0.05 X_2$ を得る。

回帰の有意性は誤差分散と比較して

$$F = 2.6 \quad df = 2/87 \text{ で確率は } 0.05 < P < 0.1$$

あまり有意とはいえない。

特に $b_{Y2,1}$ (摂餌率の体重に対する回帰) に関しては $t = 0.4 \quad df = 87$ 確率は50%以上で $b_{Y2,1}$ を分離する根拠は全くない。

回帰が有意でないとすれば $\bar{Y}$ の標準誤差は0.86、従つて $\bar{Y}$ の95%信頼帯は $2.1 < \bar{Y} < 5.5$ である。

実験 2

昭和38年7月22日~8月17日、ニジマス0年魚3.7g~7gについて、摂餌量の

水温及び成長に伴う体重変化に対する関係を調査。実験1の追試である。

方 法

供試魚を無作為に2分し、同一条件の試験池A、Bに15kgずつ分養、メーカーの異なる2種の固型餌料について、A区はAメーカーの製品、B区はBメーカーの製品によつて飼育した。給餌方法及び飼育池の条件は実験1と同じであるが、水温観測については、給餌時の水温を観測して、朝夕の水温の中央値をもつて代表値とした。

結果と考察

実験の結果は表4、5に示す通りで、A、B2区について食べた餌の量は差がないが、餌料効率に差がみられる。

表4、5の結果より計算して、水温と魚の大きさと摂餌率の相関表をつくつた(表6) 7月23日は放養翌日、8月13日は水量不足という異状環境のため摂餌量が著しく少なかったと解釈されるので、第6表に整理する際削除した。

水温と体重に対する摂餌率の重回帰を求めるとして、まずA区とB区で回帰に差があるかどうか、区の差による標準誤差と残りの標準誤差を比較すると $t=1.69$ $df=40$ で確率は5%よりも大きく、差があつたと考えるのは有意でない。

従つて区の差を考慮しないで全体の回帰を求めると

$$Y - \bar{Y} = by1.2 (X1 - \bar{X1}) + by2.1 (X2 - \bar{X2})$$

$$Y - 3.47 = -0.06 (X1 - 2.183) + 0.36 (X2 - 5.28)$$

即ち $Y = 6.73 - 0.06X1 + 0.36X2$ を得る。

回帰の有意性の検定は $F=19.8$ $df=2/41$ 確率は極めて小さく有意である。

水温の摂餌率に対する回帰 $by1.2$ の有意性は、 $t=1.14$ $df=41$ 確率は0.2より大で有意でないが、体重の摂餌率に対する回帰 $by2.1$ の有意性は $t=6.8$ $df=41$ で確率は充分小さく有意である。

水温が有意でないで、水温を考慮から除けば回帰は次のようになる。

$$Y - \bar{Y} = b (X2 - \bar{X2})$$

$$Y - 3.47 = -0.34 (X2 - 5.28)$$

即ち $Y = 5.28 - 0.34X2$

bの標準誤差は 0.055で95%信頼帯は $-0.45 \leq b \leq -0.23$ である。

実験 3

昭和38年7月22日～8月3日、ニジマス0年魚、4段階の大きさについて、体重と摂餌量の関係を調査。

実験1、2に対する裏付試験である。

方 法

大きさの異なる4つの群からとり出した供試魚を、それぞれ条件の等しい4つの試験池に5kgずつ放養して飼育し、摂餌量が魚の大きさによつてどのようにかわるか実験した。

給餌量及び給餌方法については、実験1と同じ方法である。使用した餌は市販ペレットで、魚の大きさに応じて粒の大きさを撰択したため、成分等は必ずしも同じでない。

飼育池の条件

- (イ) 水 源 河川水
- (ロ) 池の大きさ 長さ4 m 巾1.25 m 深さ25 cm
- (ハ) 注水量 3 l/sec

結果と考察

実験の結果は表7及び8に示す通りで、魚の大きさと摂餌率の間に有意な関係はみられなかった。

3. 結果の要約と総括的考察

結果を要約すると

実験 1

体重5～10gのニジマスに対し、水温18.7～22.5℃という条件では、水温と体重いづれも摂餌率に対して有意な関係を示さなかった。摂餌率の平均値は $3.8\% \pm 1.7\%$ であった。

実験 2

実験1と同一方法による追試であるが、体重3.7～7gのニジマスに対し、水温19.5～23.4℃という条件では、水温は有意でないが、体重は有意な関係を示し、摂餌率の体重に対する回帰 $Y = 5.28 - (0.34 \pm 0.11) X$ が得られた。

実験 3

実験1、2の結果に対する裏付試験であるが、次の4段階の大きさのニジマスに対し、水温20.4～23.2℃という条件では、摂餌率は体重に対して有意な関係を示さず、摂餌率

の平均値は次の通りであつた。

A	0.8~1 g	3.4%
B	1.5~2	3.1
C	3.3~4.3	3.2
D	9.3~10.4	3.3

即ち、水温と摂餌率については、実験1、2を通じて、水温19~23°Cの範囲では、摂餌率は水温に対して著明な関係を示さなかつたが、若しあるとすればそれは負の相関であろうと推察される。

体重と摂餌率については、実験2に於いて3.7~7 gに成長するにつれて、摂餌率は1 g増加につき(0.23~0.45)%減少するという関係がみられたが、実験1では有意な関係を示さなかつた。実験3で種々な段階の大きさについて同時実験を行なつたところ、大きさによつて摂餌率が変わるという関係はみられなかつた。

しかしながら、魚体が大きくなるにつれて摂餌率の減少することは、一般に信じられていることであるから、実験1及び実験3のデーターを説明するならば、腹8分という判定の誤差変動が大きすぎたか、或は摂餌を支配する要因が複雑で、単に水温と体重のみから推定しても、大きな標本変動があるということであろう。

表 1 実験 1 飼育結果 (37.7.16~8.17)

試 験 区	イ	ロ	ハ
放 養 尾 数	3.437	3.350	3.494
重 量 (kg)	17.0	17.0	17.0
平均体重 (g)	4.95	5.08	4.87
取 上 尾 数	3.340	3.263	3.410
重 量 (kg)	35.15	35.3	36.17
平均体重 (g)	10.5	10.8	10.6
死 魚 尾 数	97	87	84
重 量 (kg)	674	599	594
不 明 尾 数	0	0	0
増 重 量 (kg)	18.82	18.90	19.76
原 料 給 餌 料 (kg)	28.69	28.69	30.27
原料餌料効率(%)	65.5	65.9	65.3
平均給餌率(%)	3.61	3.63	3.77

表 2 実験 1 水温と摂餌量

月 日	水 温 (°C)			摂 餌 量 (g)		
	最 高	最 低	平 均	イ	ロ	ハ
7 16	19.2	17.0	18.1	—	—	—
17	19.5	17.8	18.65	720	760	910
18	19.5	18.2	18.85	740	760	680
19	19.0	19.0	19.0	990	990	990
20	19.3	18.5	18.9	875	845	910
21	20.2	18.8	19.5	960	930	870
22	22.2	19.5	20.85	710	740	700
23	22.8	19.4	21.1	885	910	905
24	22.3	19.3	20.8	650	680	900
25	23.3	20.8	22.05	600	635	695
26	23.2	20.8	22.0	825	800	855
27	22.0	20.8	21.4	830	910	920
28	20.0	19.0	19.5	950	820	975
29	21.8	18.6	20.2	770	840	865
30	23.0	19.7	21.35	850	925	985
31	23.0	21.2	22.1	900	890	1.000
8 1	24.0	21.0	22.5	840	790	865
2	24.0	21.0	22.5	1.005	990	1.035
3	22.0	21.7	21.85	1.190	1.190	1.270
4	22.5	21.5	22.0	830	875	1.085
5	23.0	21.0	22.0	1.010	995	845
6	21.7	19.5	20.6	1.190	1.060	1.390
7	22.0	20.0	21.0	1.120	1.200	1.230
8	23.0	20.5	21.75	1.010	1.060	1.115
9	21.0	20.8	20.9	1.195	1.000	1.140
10	22.8	19.8	21.3	1.375	1.320	1.300
11	23.0	19.8	21.4	1.090	1.150	1.100
12	23.0	19.5	21.25	1.090	1.145	1.100
13	23.0	20.0	21.5	1.145	1.085	1.175
14	23.0	21.0	22.0	1.195	1.275	1.325
15	24.0	21.0	22.5	1.150	1.120	1.130
16						
17						

表 3 実験 1 水温と体重と摂餌率の相関表

	X1	X2	Y		
	水 温 (°C)	体 重 (g)	摂 イ	餌 ロ	率 (%) ハ
7. 17	18.65	5.1	4.12	4.34	5.17
18	18.85	5.3	4.12	4.23	3.77
19	19.	5.4	5.34	5.32	5.31
20	18.9	5.6	4.58	4.41	4.73
21	19.5	5.8	4.87	4.71	4.40
22	20.85	5.9	3.52	3.66	3.46
23	21.1	6.1	4.27	4.38	4.36
24	20.8	6.2	3.08	3.20	4.21
25	22.05	6.4	2.79	2.93	3.19
26	22.0	6.5	3.74	3.61	3.82
27	21.4	6.7	3.68	4.00	4.01
28	19.5	6.9	4.11	3.52	4.14
29	20.2	7.0	3.25	3.54	3.59
30	21.35	7.2	3.52	3.80	3.98
31	22.1	7.4	3.64	3.57	3.94
8. 1	22.5	7.6	3.32	3.10	3.34
2	22.5	7.8	3.88	3.80	3.90
3	21.85	8.0	4.46	4.43	4.64
4	22.0	8.2	3.05	3.20	3.87
5	22.0	8.4	3.63	3.55	2.96
6	20.6	8.6	4.16	3.70	4.72
7	21.0	8.8	3.82	4.07	4.06
8	21.75	9.0	3.38	3.52	3.61
9	20.9	9.3	3.90	3.25	3.60
10	21.3	9.5	4.36	4.17	4.00
11	21.4	9.7	3.38	3.56	3.32
12	21.25	9.9	3.31	3.46	3.25
13	21.5	10.2	3.40	3.20	3.39
14	22.0	10.4	3.47	3.69	3.74
15	22.5	10.6	3.27	3.17	3.13

表 4 実験 2 飼育結果 (38.7.22~8.17)

試 験 区	A	B
放 養 尾 数	4.340	4.125
" 重 量(kg)	15.0	15.0
" 平均体重(g)	3.46	3.64
取 上 尾 数	4.306	4.071
" 重 量(kg)	31.15	28.17
" 平均体重(g)	7.23	6.92
死 魚 尾 数	34	54
不 明 尾 数	0	0
増 重 量(kg)	16.15	13.17
原 料 給 餌 量(g)	17.076	17.170
原 量 餌 料 効 率(%)	94.6	76.8
平 均 給 餌 率(%/day)	3.16	3.33

表5 実験2 水温と摂餌量

月日	水 温			A区 摂 餌 量 (g)			B区 摂 餌 量 (g)		
	9.00	16.00	平 均	9.00	16.00	計	9.00	16.00	計
7.22									
23	19.8	21.0	20.4	215	185	400	170	230	400
24	19.5	22.6	21.05	280	245	525	305	257	562
25	19.2	21.5	20.35	375	344	719	304	358	662
26	20.0	22.8	21.4	380	230	610	330	235	565
27	20.8	21.5	21.15	362	380	742	310	412	722
28	20.3	23.1	21.7	245	421	666	355	269	624
29	21.5	24.8	23.15	400	293	693	470	208	678
30	21.7	24.4	23.05	341	384	725	296	437	733
31	21.2	22.7	21.95	330	406	736	350	385	735
8. 1	21.0	23.5	22.25	363	455	818	395	413	808
2	21.9	24.9	23.4	370	370	740	370	370	740
3	20.3	23.9	22.1	320	396	716	260	410	670
4	20.5	24.5	22.5	360	265	625	320	260	580
5	21.1	23.0	22.05	307	473	780	450	296	746
6	21.2	24.5	22.85	390	220	610	425	320	745
7	21.2	23.3	22.25	350	355	705	450	350	800
8	21.5	24.5	23.0	400	305	705	465	310	775
9	21.4	23.7	22.55	438	400	838	480	407	887
10	21.3	21.6	21.45	440	430	870	420	345	765
11	20.2	20.4	21.2	430	500	930	460	500	960
12	19.5	19.5	19.5	430	363	793	470	298	768
13	19.4	21.2	20.3	230	285	515	265	220	485

14	18.9	22.5	20.7	341	469	810	396	569	965
15	20.3	21.2	20.75	295	510	805	315	480	795
16									
17									

表 6 実験 2 水温と体重と摂餌率の相関表

月 日	X1	X2		Y	
	水温 (°C)	体 重 (g)		摂 餌 率	
		A 区	B 区	A 区	B 区
7. 24	21.05	3.66	3.82	3.41	3.67
25	20.35	3.82	3.96	4.53	4.2
26	21.4	3.95	4.05	3.68	3.48
27	21.15	4.12	4.19	4.32	4.33
28	21.7	4.26	4.3	3.74	3.62
29	23.15	4.42	4.44	3.75	3.82
30	23.05	4.58	4.58	3.79	4.02
31	21.95	4.74	4.71	3.71	3.9
8. 1	22.25	4.92	4.87	3.98	4.17
2	23.4	5.17	5.01	3.48	3.7
3	22.1	5.24	5.15	3.26	3.26
4	22.5	5.38	5.25	2.76	2.75
5	22.05	5.55	5.4	3.36	3.47
6	22.85	5.69	5.55	2.54	3.37
7	22.25	5.85	5.7	2.88	3.53
8	23.0	6.01	5.85	2.8	3.33
9	22.55	6.19	6.0	3.23	3.71
10	21.45	6.39	6.15	3.26	3.12
11	21.2	6.58	6.35	3.38	3.82
12	19.5	6.76	6.5	2.8	2.96
13	20.3				
14	20.7	7.05	6.77	2.74	3.59
15	20.75	7.23	6.92	2.65	2.88

表7 実験3 飼育結果

試 験 区	A	B	C	D
放 養 尾 数	6.000	3.300	1.528	5.40
“ 重 量(kg)	5.0	5.0	5.0	5.0
“ 平均体重(g)	0.83	1.52	3.27	9.26
取 上 尾 数	5.200	3.100	1.520	5.36
“ 重 量(kg)	5.47	6.07	6.6	5.6
“ 平均体重(g)	1.05	1.96	4.34	10.44
死 魚 尾 数	772	193	8	4
不 明 尾 数	28	7	0	0
增 重 量(kg)	0.47	1.07	1.6	0.6
原 料 給 餌 量(g)	1.664	1.565	1.676	1.515
原 料 餌 料 効 率(%)	28.2	68.4	95.5	39.6
平均給餌率(%/day)	3.42	3.1	3.16	3.25

表8 実験3 水温と摂餌量

月 日	水 温 (°C)		摂 餌 量 (g)							
	9.00	16.00	A 区		B 区		C 区		D 区	
			9.00	16.00	9.00	16.00	9.00	16.00	9.00	16.00
7. 24	19.5	22.6		150		150		110		67
25	19.2	21.5	100	105	52	105	85	105	65	75
26	20.0	22.8	70	66	58	75	76	131	55	73
27	20.8	21.5	72	91	61	95	92	118	51	103
28	20.3	23.1	70	73	69	70	70	94	123	100
29	21.5	24.8	100	97	123	86	114	102	100	80
30	21.7	24.4	80	122	85	110	115	121	86	124
31	21.2	22.7	90	100	86	90	90	143	96	110
8. 1	21.0	23.5	113	165	95	155	70	150	110	90