

飼育環境に関する研究

(39年度) ニジマス飼育の水量及び放養密度に関する試験

立川 互

1. 目的

養魚池の生産力は、いろいろの条件が複雑に影響すると考えられるが、実際問題として生産コストの点から、放養密度はできるだけ高く、水量はできるだけ少なくしたいので、飼育量に対する所要水量や必要な池の大きさ等を或る程度把握する必要がある。

そこで、放養量、注水量、池面積の3者についていろいろの組み合わせで飼育し、(1) 飼育量に対する所要水量 (2) 注水量を加減した場合の影響 (3) 放養密度の影響 等を検討した。

2. 試験の方法

実験は2回行つた。方法はだいたい同じであるが、条件を変えた。

実験 1

同形同大の試験池6面を使用して、下表のように注水量、放養量を変えて6試験区設け飼育した。

(1) 試験池の形と大きさ

巾 1.2 m 長さ 3.75 m 水深 0.3 m 面積 4.5 m^2 水溶量 1350 t

(2) 試験区

試験区	注水量 (cc/sec)	放養量(kg)	放養密度(kg/m ²)	魚体重当り注水量 (cc/kg/sec)
1	625	45	10	13.9
2	//	22.5	5	27.8
3	1.250	45	10	//
4	//	22.5	5	55.6
5	2.500	45	10	//
6	//	22.5	5	111.2

(3) 供試魚

ニジマス 0年魚 体重 7.5 g

(4) 試験期間

89年6月3日～7月1日

(5) 給餌

日曜日を除いて毎日 1 日 1 回午前 9 時市販ペレットを与えた。給餌量は体重の 1.8 % を基準としたが、食いの悪い時は飽食点で打切つた。

(6) 飼育用水

井戸水、清澄で水温変動は少ない。試験期間中の水温は次の通り。

第1週	第2週	第3週	第4週 (°C)
15.5～16.0	16.0～16.3	17.0～18.5	16.5～18.0

実験 2

同形同大の試験池 6 面を使用して、下表のように注水量、放養量及び池の大きさをいろいろ組合させて 6 試験区を設け、飼育した。

(1) 試験池の形と大きさ

実験 1 に使用したものと同じもの。

但し第4区のみ下上半分に仕切つて使用したもので、長さ 1.9 m 面積 2.25 m²

(2) 試験区

試験区	池面積 (m ²)	注水量 (cc/sec)	放養量 (kg)	放養密度 (kg/m ²)	魚体重当り注水量 (cc/kg/sec)
1	4.5	1.000	15	3.33	6.66
2	"	"	30	6.66	3.33
3	2.25	2.000	"	"	6.66
4	4.5	"	"	13.32	"
5	"	4.000	"	6.66	13.32
6	"	"	60	13.32	6.66

(3) 供試魚

ニジマス 0年魚 体重約 2.0 g

(4) 試験期間

昭和39年9月29日～10月28日

(5) 給餌

毎日1日1回午前9時、市販ペレットを与えた。

給餌量はだいたいライトリツツ氏表の80%を基準としたが、食いの悪いときは飽食点で打切つた。

(6) 飼育用水

井戸水、清澄で水温変動は少ない。試験期間中の水温は1.6～14.7°C

3. 結 果

実験 1

水量が少なくて密度の高い1区では、当初から魚が注水部に集まり、鼻上げに近い状態を示し、1.8%の基準量は食べたが餌の食いは活発でなかつた。

放養後2週間目の6月18日に人為的事故で全区注水量が減り、1及び2区では大量に死んだ。しかし1区の条件では、魚の動静からみて事故がなくても危険に近い状態であつた。

1区については翌日に事故による斃死分を補給して飼育を維続したが、その後水温上昇と体重増加により条件が悪化し、餌の食いが著しく悪くなつたので6月24日試験を打切つた。その後充分の水量を注入するようにしたら、翌日からは餌食いもよく、元気になつた。3区は2週間後頃より餌の食いが悪くなり、17日目の6月20日より基準量を食べなくなつた。試験終了頃には殆んど食欲なく、注水部に集まつた死魚も後半に多くなつた。

4、5、6区については斃死魚も大差なく、餌の食いも良好で異状なかつた。水量の多い5、6区では特に旺盛な食欲を示し、基準量では足りない位であつた。20日目と25日目に酸素量の測定を行なつたが、その結果は表1に示す通りで、3区では酸素量が少ない。即ち3区で餌を食べなくなつたのは酸素不足の状態であつたと思われる。試験終了時の取揚の結果は表2に示す通りで、餌料効率は4、5、6区では大差ないが、3区は悪かつた。

実験 2

放養後18日目頃より2、3、4区は餌の食いが悪くなり、基準量を食べない日があつた中でも第4区の食いが悪かつた。溶存酸素量は20日目、27日目及び28日目に測定した所、表3に示す通りで2区では夫々4.4、3.2及び3.5cc/lと低酸素の状態であつたが3、4区はいずれも4.4cc/l以上あり、必ずしも餌食いの悪さと密接な関連を示していない。試験終了時取揚の結果は表4に示す通りで、餌料効率は放養密度と密接な関係を示し

18.3 2 kg/m³ の 4 区、6 区が夫々 8.1.5 % 及び 7.8.5 %、6.6 6 kg/m³ の 2 区、3 区、5 区が 9.0.2 ~ 9.1 %、3.3 3 kg/m³ の 1 区が 9.6.2 % と放養密度が高くなるに従つて餌料効率が劣つてゐる。

毙死魚は放養密度の高い 4 区が特に多かつた。

放養密度は 6 区も同じであるが、注水量は 4 区は 6 区の 1/2 である。

4 考 察

(1) 飼育量に対する所要水量について

安全の限界と考えられる条件は実験 1 では 2 区の開始時、3 区の中期、4 区の終了時辺りであり、各々魚 1 kg 当りの注水量及び水温は次の通りである。

2 区 28 cc/kg/sec 水温 16 °C

3 区 27 " " 17 "

4 区 47 " " 18 "

従つて所要水量は水温 16 ~ 18 °C 範囲では、酸素飽和度 8.5 % 位の清澄な水なら 8.0 g 位の魚 1 kg について 30 ~ 40 cc/kg/sec が安全限界と思われる。所要水量を酸素量のみから考えることは勿論充分でないが、特に水質の汚染がなければ、魚の安全な酸素臨界張力以上を保つ水量が、即ち水量の安全限界に対する一つの基準となる。

上の数値を酸素量について検討してみると、酸素量の安全限界を 3.5 cc/l として外気からの溶けこみを考慮しなければ、8.0 g 位のニジマス 1 kg の飼育に必要とされた酸素量は 16 ~ 18 °C で 0.057 ~ 0.076 cc/kg/sec (205 ~ 274 cc/kg/h) となり、仮りに用水の酸素濃度を 100 % に換算すると魚 1 kg に要する水量は約 20 ~ 25 cc でよいと考えられる。

実験 2 では、安全の限界と考えられる条件は 2 区の開始時或は 3、4 区の後期辺りであり、各々魚 1 kg 当りの注水量及び水温は次の通りである。但し注水部の酸素量は 6.5 ~ 6.7 cc/l で飽和に近い。

2 区 cc/kg/sec 水温 16 °C

3 区 15

4 区 15

所要量は水温 15 ~ 16 °C の範囲では 30 ~ 40 cc/kg/sec となり、実験 1 の結果とだいたい同じである。しかし注水部の酸素濃度が実験 2 では 100 % に対し、実験 1

では 8.5 % であるから実験 1 の注水部酸素濃度を 100 % に換算して得た値 20 ~ 25 cc / kg / sec と比較するとやゝ多い。この点については、実験 1 の供試魚の体重が約 7.5 g に対し、実験 2 の供試魚の体重は小型で約 2.0 g であるから、魚体が小さい程体重当りの酸素消費量が大きいと考えれば納得できなくもない。

先と同じように魚 1 kg 飼育に要した酸素量を概算すると、水温 1.5 ~ 1.6 °C 約 2.0 g のニジマスについて 0.09 ~ 0.12 cc / kg / sec (320 ~ 430 cc / kg / h) となる。

(2) 池の大きさが一定で、魚の飼育量が等しい場合注水量の多い少ないの影響

実験 1 の 1 - 3 - 5 区 ($10 \text{ kg} / m^3$) 2 - 4 - 6 区 ($5 \text{ kg} / m^3$) 及び実験 2 の 2 - 3 - 5 区 ($6.66 \text{ kg} / m^3$) については、水量が倍々の関係になつてゐる。実験 1 の 1 - 2 - 3 区は明らかに水量不足であつたから考慮外であるが、実験 1 の 4 - 6 区及び実験 2 の 2 - 3 - 5 区についてみると、いすれも餌料効率や斃死率には著明な差はないが、餌の食いは水量の多い方が良い。

(3) 池の大きさと注水量が定まつている場合飼育量の多い少ないの影響

実験 1 の 1 - 2 区、3 - 4 区、5 - 6 区及び実験 2 の 1 - 2 区、5 - 6 区について夫々飼育量が倍々の関係になつてゐる。

実験 1 では明らかに水量不足と認められる区を除いて、5 区 ($10 \text{ kg} / m^3$) と 6 区 ($5 \text{ kg} / m^3$) について比較すると、飼育成績に著明な差はみなかつたが、実験 2 の 1 区 ($3.33 \text{ kg} / m^3$) と 2 区 ($6.66 \text{ kg} / m^3$) 及び 5 区 ($6.66 \text{ kg} / m^3$) と 6 区 ($13.3 \text{ kg} / m^3$) について比較すると餌料効率に明らかな差があり、飼育密度の低い方が餌料効率が優れ、死魚も少ない。

従つて飼育密度は或る範囲では成績に差を示さないこともあるが、極く低密度、或は極く高密度になると、餌料効率に影響すると思われる。

(4) 注水量が一定で飼育量が等しい場合、池の大きさの影響

実験 2 の 3 区 (4.5 m^3) と 4 区 (2.25 m^3) について比較すると、池のせまい方の 4 区は $13.3 \text{ kg} / m^3$ でかなり高密度であるが、餌料効率が劣り、死魚も多い。

(5) 池の大きさが一定で、魚体重当りの注水量が同じという条件で、飼育量と注水量を加減した場合の影響

実験 1 の 4 - 5 区及び実験 2 の 1 - 3 - 6 区について比較すると、実験 1 の 4 - 5 区 ($5.56 \text{ cc} / \text{kg sec}$) では飼育成績に著明な差はないが、餌の食いは水量の多い 5 区の

方がやゝ良い。

実験2の1—3—6区(6.66cc/kg/sec)については、飼育密度が強く関係してい、飼育密度が高くなる程餌料効率が劣っている。従つて或る範囲の密度では、飼育量に応じて注水量を増減すれば餌料効率は変わらないが、極く低密度では餌料効率に影響する。

- (6) 飼育密度及び魚体重当りの注水量が同じという条件で池の広さ、飼育量及び注水量、即ち飼育規模を変えた場合の影響

実験2の4—6区については、6区が池の広さ、飼育量及び注水量が全て4区の倍になつてゐる。

餌料効率は差がないが、餌の食いは6区の方が良く、死魚も少ない。

表 1 実験 1 溶存酸素量測定

(1) 39.6.24 15.00 納餌後 4 h

試験区	注水部		排水部		備考
	O2 cc/l	水温 °C	O2 cc/l	水温 °C	
3	5.4	16.0	2.8	17.5	餌食い悪く基本量の 61%で飽食
4	"	"	5.0	"	基準量給餌
5	"	"	4.6	17.0	"
6	"	"	4.9	"	"

(2) 39.6.29 10.30 納餌後 48 h

試験区	注水部		排水部		備考
	O2 cc/l	水温 °C	O2 cc/l	水温 °C	
3	5.4	16.0	4.6	17.0	餌食い悪く基本餌量の 13%で飽食
4	"	"	5.0	"	基準量給餌
5	5.5	"	5.0	16.8	"
6	"	"	5.3	"	"

(3) 39.6.29 14.00 納餌後 4 h

試験区	注水部		排水部		備考
	O2 cc/l	水温 °C	O2 cc/l	水温 °C	
3	5.3	16.0	4.2	17.0	餌食い悪く基本餌量の 46%で飽食
4	"	"	4.8	"	基準量給餌
5	5.4	"	4.9	16.5	"
6	"	"	5.2	"	"

表2 実験1 飼育結果 3.9.6.3~7.1 (28日間)

試験区	1	2	3	4	5	6
放養尾数	594	295	596	296	598	295
// 重量 kg	5	22.5	4.5	22.5	4.5	22.5
// 平均体重 g	75.8	76.3	75.5	76.1	75.2	76.2
取揚尾数			569	285	584	286
// 重量 kg			49.1	26.8	53.75	26.9
// 平均体重 g			86	94	92	94
死魚尾数			27	11	14	9
// 重量 g			2.06	0.88	1.11	0.68
死亡率 %			4.5	3.7	2.3	3.1
給餌量 kg			17.2	10.1	20.2	10.1
増重量 kg			6.16	5.18	9.86	5.08
餌料効率 %			35.8	51.3	48.8	50.3

備考：1、2区は事故のため6月18日試験打切

表 3 実験 2 溶存酸素量測定

(1) 3 9. 1 0. 1 9 1 4. 0 0 納餌後 3 h 30 m 水温 15.0 °C

試験区	注水部 cc/t	排水部 cc/t	備考
1	6.7	4.5	基準量摂餌
2	"	4.4	"
3	6.6	5.3	"
4	"	4.7	"
5	6.7	5.7	"
6	"	5.1	"

(2) 3 9. 1 0. 2 6 1 1. 3 0 納餌後 2 h 水温 14.2 °C

試験区	注水部 cc/t	排水部 cc/t	備考
1	6.5	4.7	基準量摂餌
2	"	3.2	"
3	"	4.4	"
4	"	5.0	"
5	6.6	5.6	"
6	"	5.0	"

(3) 3 9. 1 0. 2 7 1 0. 0 0 納餌後 24 h 水温 14.0 °C

試験区	注水部 cc/t	排水部 cc/t
1	6.5	4.8
2	"	3.5
3	"	4.5
4	"	5.0
5	"	5.3
6	"	5.1

表4 実験2 飼育結果 3.9.29～10.28 (29日間)

試 験 区	1	2	3	4	5	6
放 養 尾 数	683	1.383	1.350	1.344	1.370	2.865
// 重 量 kg	1.5	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0
// 平均体重 g	22.0	21.7	22.2	22.3	21.0	20.9
取 揚 尾 数	680	1.360	1.335	1.305	1.359	2.835
// 重 量 kg	26.37	50.25	50.95	48.25	51.3	96.65
// 平均体重 g	38.8	37.0	38.2	37.0	37.8	34.0
死 亡 率 %	0.44	1.23	0.96	2.75	0.80	0.91
給 飼 量 kg	11.46	20.75	21.35	19.33	21.62	37.35
増 重 量 kg	11.9	22.935	23.65	23.725	23.80	47.60
餌 料 効 率 %	96.2	90.5	90.2	81.5	91	78.5
死 魚 尾 数	3	17	15	37	11	26
// 重 量 g	90	500	400	1.080	320	700
不 明 尾 数	0	-6	-2	-2	0	0