

アユ養魚用水高度利用研究

注水量を一定にして放養密度を変える飼育試験—Ⅱ

村 長 義 雄・水 島 久 宜

アユ養魚用水の節減を図ることを目的として、注水量を一定にし、強制曝気により溶存酸素の補充を行ない、各種の放養密度で飼育し、その飼育成績と放養密度との関係について検討し若干の知見を得たので報告する。

材料及び方法

1) 試験期間

試験Ⅰ 昭和54年6月5日～7月5日(30日)

Ⅱ 7月26日～8月27日(33日)

Ⅲ 昭和55年6月18日～7月21日(33日)

Ⅳ 7月23日～8月25日(33日)

2) 供試魚

びわ湖産アユ種苗を場内飼育池で約1ヶ月予備飼育したのち供試した。

3) 試験水槽

直径1,550 ㎜高さ840 ㎜容積

1,300 ℓのユカタンク Y 1300 を使用し、中央排水とし、排水パイプの立上りを調節して水槽水量を1 ㎡(試験Ⅰ～Ⅱ)と0.8 ㎡(試験Ⅲ～Ⅳ)に規定した。酸素補給と用水の混合のためにエアリフトを用いて強制曝気を行うとともに水中ポンプにより水槽内の水流助長を行なった。

4) 飼育条件

飼育条件は表1に示すとおりである。

5) 用 水

地下水を一旦高架瀑気貯水槽に揚水したあと各試験水槽に配管注水した。

6) 餌料および給餌

餌料は市販配合餌料アユ用クランブルを使用した。給餌は放養重量の約5%を1日量とし、1日3回(9時、13時、16時)に分けて手撒きで飽食状態まで給餌した。

7) 水質測定

試験水槽内注水口の反対側の中層水をゴムホースで1週2回、15時に採水して、水質測定を行なった。測定項目および方法は次のとおりである。

水温、棒状水銀温度計。

PH、ガラス電極 PHメーター(日立堀場 M-7 型)。

DO、ウインカラー法

NH₄-N ネスラー法による発色を分光光度計(日立139型)で測定。

NO₂-N GR法(溶液試薬)による発色を分光光度計で測定。

COD₂ 酸素KMnO₄法30分湯煎。

水温、PH、DOを除く項目については、NO₂ 2 Gフィルター透過水を用いた。

表1 飼 料 条 件

試験区	換水率 回/回	水深 cm	水 溶 積 m ³	曝気の有無	注 水 量 ℓ/h	放養密度 kg/m ²	平均体重 g	放養尾数 尾/m ²	
Ⅰ	1	4	65	1.0	有	166.6	1	5.6	179
	2	"	"	"	"	"	3	"	536
	3	"	"	"	"	"	5	"	893
	4	"	"	"	"	"	7	"	1250
	5	8	"	"	"	333.3	1	"	179
	6	"	"	"	"	"	3	"	536
	7	"	"	"	"	"	5	"	893
	8	"	"	"	"	"	7	"	1250
Ⅱ	1	4	"	"	"	166.6	3	12.6	238
	2	"	"	"	"	"	5	12.8	391
	3	"	"	"	"	"	7	14.3	490
	4	"	"	"	"	"	10	12.0	833
	5	8	"	"	"	333.3	3	12.0	250
	6	"	"	"	"	"	5	11.6	431
	7	"	"	"	"	"	7	12.6	556
Ⅲ	1	6	53	0.8	"	200.0	3	6.3	476
	2	"	"	"	"	"	5	"	794
	3	"	"	"	"	"	7	"	1111
	4	"	"	"	"	"	10	"	1587
Ⅳ	1	"	"	"	"	"	5	14.0	357
	2	"	"	"	"	"	7	"	500
	3	"	"	"	"	"	10	"	714
	4	"	"	"	"	"	13	"	929

※現久保産業

※※河川漁業協同組合連合会

表2 飼育結果

試験区	項目	取 揚 時		へい死 重 kg	補正増重 kg	補正増率 %	補正増率 倍	給餌量 kg	補正餌料 効 率 %	日 間 成 長 率 %/日	日 間 成 長 率 %/日	kg増重当 り水量 m ³ /kg
		平均体重 g	重量 kg/m ³									
I	1	16.4	2.81	0.04	1.85	185.0	2.85	2.60	71.2	4.90	3.58	64.9
	2	11.9	6.23	0.04	3.27	109.0	2.09	5.15	63.6	3.86	2.51	36.7
	3	8.8	8.71	0.05	3.76	75.2	1.75	7.73	48.7	3.83	1.51	31.9
	4	8.0	11.00	0.17	4.17	59.2	1.60	8.83	47.0	3.31	1.19	28.8
	5	16.3	2.85	0.03	1.88	188.0	2.88	2.70	69.8	5.04	3.56	127.7
	6	13.7	6.92	0.00	3.92	130.7	2.31	6.12	64.1	4.34	2.98	61.2
	7	10.0	9.92	0.07	4.99	99.8	2.00	8.12	61.5	3.75	1.93	48.1
	8	9.5	12.22	0.09	5.31	75.9	1.76	9.52	55.8	3.37	1.76	45.2
II	1	31.4	5.85	0.23	3.08	102.7	2.03	4.59	67.1	3.19	3.04	42.9
	2	34.8	10.05	1.04	6.09	121.8	2.22	8.29	73.5	3.28	3.33	21.7
	3	29.3	15.98	0.04	9.02	128.9	2.29	11.20	80.5	3.11	2.39	14.6
	4	28.6	20.55	0.60	11.16	111.6	2.12	13.80	80.9	2.80	2.90	11.8
	5	32.7	8.30	0.09	5.39	179.7	2.80	6.48	83.2	3.74	3.29	49.0
	6	33.5	13.80	0.03	8.83	176.6	2.78	10.46	84.4	3.65	3.54	29.9
	7	36.1	18.34	0.05	11.39	162.7	2.63	13.28	85.8	3.41	3.51	23.2
III	1	17.5	8.44	0.01	4.36	181.7	2.82	5.25	83.0	3.77	3.09	36.3
	2	14.8	11.15	0.04	4.96	124.0	2.24	6.90	71.9	3.40	2.59	31.9
	3	13.8	14.63	0.10	6.20	110.4	2.11	8.43	73.5	3.07	2.37	25.5
	4	13.0	19.89	0.65	8.56	110.7	2.07	12.14	70.5	3.12	2.19	18.5
IV	1	42.6	13.31	0.30	6.95	178.8	2.74	8.50	81.8	3.73	3.37	22.8
	2	38.6	18.06	0.15	9.00	160.7	2.61	10.67	84.3	3.44	3.07	17.6
	3	42.4	24.38	1.08	12.58	157.3	2.57	13.94	90.2	3.17	3.35	12.6
	4	29.1	23.94	2.03	10.78	103.7	2.04	14.24	75.7	2.84	2.21	14.7

結果と考察

飼育結果を表2に示した。

1. 換水率と日間成長率

図1に示すように換水率4, 6, 8回/日の場合では、日間成長率に差が見られなかった。

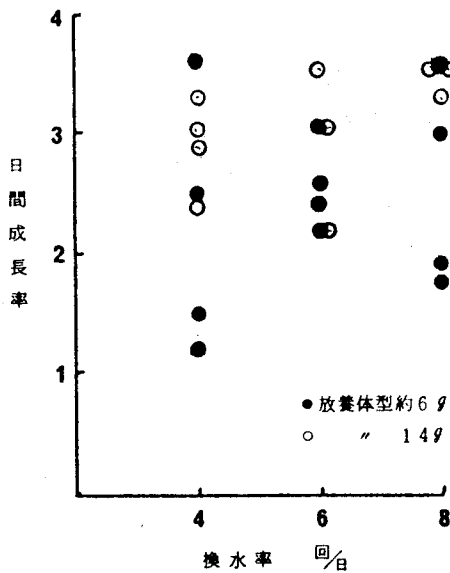


図1 換水率と日間成長率

2. 放養密度と日間成長率

日間成長率を放養時の体型別にみると、図2、3のとおりである。約6g体型で日間成長率のよかったのは、放養密度1kg/m³で3.58%であり、次

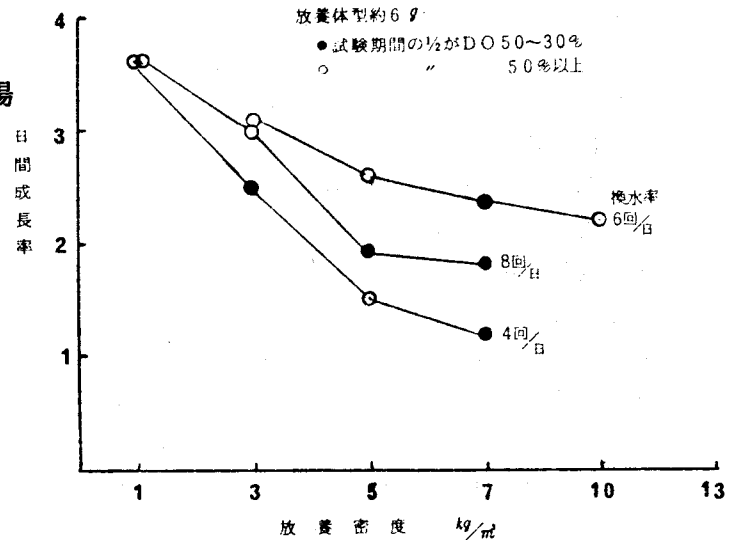


図2 放養密度と日間成長率

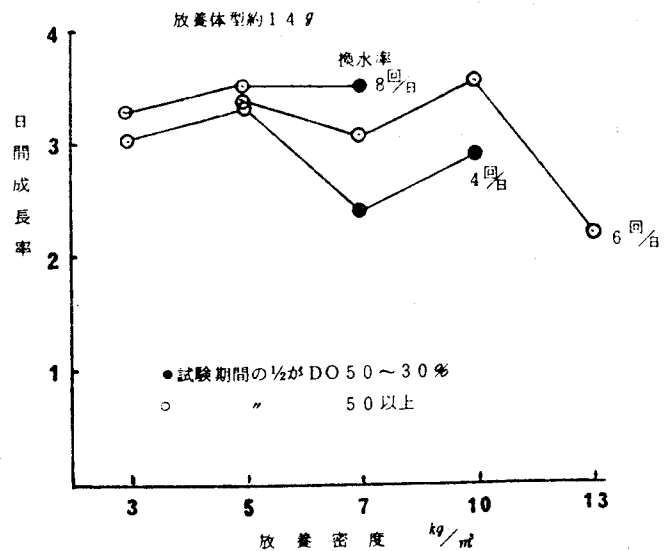


図3 放養密度と日間成長率

いで3 kg/m²の3.09%であった。約14 g体型では、放養密度が3～10kg/m²の範囲内での日間成長率は2.5～3.5%であったが、放養密度が13kg/m²になると日間成長率は低下する傾向がうかがわれた。総体的にみて放養密度が増加すると、日間成長率は低下する傾向にあった。また放養時の平均体型が約6 gと14 gでは、14 gの方が日間成長率は良かった。

放養密度が高くなると飼育水が濁って飼育魚が見えない程になった。従って餌料効率の測定値にはかなりの誤差が含まれていると思われたので表2にこの測定値のみを挙げることにした。

3. 水質環境

水質測定結果を表3に示した。

- (1) 水温は19.4～23.4℃の範囲にあった。
- (2) PHは6.69～7.78の範囲にあった。
- (3) 溶存酸素 千葉1)らによるとアユの健全な成長のためには溶存酸素を50%以上に保つ必要があるとされている。飽和度50%以上を維持することを条件として実験を進めてきた。しかし試験途

中で酸素飽和度が50%以下に低下した期間が1/2をこえることがあり、その試験区は表1.2に示したⅠ—2.4.7.8、Ⅱ—3.4.7、Ⅲ—3、であった。試験Ⅳ区は100 W小型サーキュレーター付水中ポンプ各1台ずつ追加増設したので、50%以上のDOを維持することが出来た。

(4) その他の水質

NH₄-N、NO₂-N、COD 等については、全体として放養密度に比例して増加の傾向を示し、飼育期間の経過とともに漸増の傾向が認められた。

4. 1 kg増重に要する水量

1 kg増重に要する水量と放養密度、及び日間成長率との関係は図4～5のとおりである。放養密度1 kg～13kg/m²の範囲内では、密度が高くなればなるほど1 kg増重に要する水量は少なくなる傾向を示し、放養密度13kgでは、14.7m²であった。次に餌料効率については1 kg増重に要する水量が約10～50m²の範囲では一定の傾向はうかがわれなかった。日間成長率も餌料効率と同様であった。以上のことからアユ1 kg増重に要する水量は、そ

表3 水質測定結果

実験区	項 目	水 温	P H	D O	D O	NH ₄ - N	NO ₂ - N	COD
		℃		%	ppm	ppm	ppm	ppm
Ⅰ	1	19.6～21.4 (20.4)	7.09～7.60 (7.29)	53.0～97.1 (70.2)	4.69～8.65 (7.30)	0.49～1.59 (1.23)	0.000～0.007 (0.002)	0.6～2.2 (1.8)
	2	19.6～21.4 (20.4)	7.00～7.35 (7.13)	32.5～62.4 (47.8)	2.89～5.50 (4.20)	1.04～8.02 (2.19)	0.000～0.008 (0.002)	1.0～2.9 (2.1)
	3	19.6～21.4 (20.4)	6.99～7.50 (7.25)	42.3～79.7 (61.5)	3.70～6.89 (5.40)	1.66～3.96 (2.90)	0.000～0.010 (0.002)	1.4～5.0 (3.1)
	4	19.4～21.4 (20.4)	7.00～7.40 (7.16)	36.4～69.5 (47.6)	3.23～6.19 (4.17)	1.74～6.48 (3.56)	0.000～0.012 (0.002)	2.0～5.2 (3.6)
	5	19.4～21.4 (20.2)	7.18～7.70 (7.43)	70.1～95.0 (83.0)	6.20～8.42 (7.33)	0.21～1.15 (0.70)	0.000～0.003 (0.001)	0.3～1.8 (0.8)
	6	19.4～21.4 (20.2)	6.98～7.55 (7.20)	37.4～83.2 (52.8)	3.31～7.37 (4.66)	0.51～1.79 (1.35)	0.000～0.004 (0.001)	0.8～2.6 (1.6)
	7	19.4～21.4 (20.2)	6.98～7.40 (7.16)	33.6～70.9 (47.2)	2.92～6.34 (4.17)	0.55～2.47 (1.81)	0.000～0.007 (0.001)	0.8～5.0 (2.9)
	8	19.4～21.4 (20.2)	6.96～7.35 (7.13)	27.4～67.7 (44.4)	2.38～6.05 (3.92)	0.63～2.72 (2.02)	0.000～0.017 (0.002)	1.0～6.9 (2.5)
Ⅱ	1	20.8～23.4 (21.7)	7.12～7.30 (7.23)	102.4～50.8 (67.2)	4.35～8.92 (5.88)	1.47～2.64 (2.20)	0.003～0.242 (0.078)	1.6～3.4 (2.4)
	2	20.8～23.4 (21.7)	7.10～7.30 (7.19)	57.2～92.4 (66.8)	4.95～8.05 (5.73)	1.50～3.93 (3.10)	0.003～0.334 (0.182)	2.0～3.7 (3.1)
	3	20.8～23.4 (21.8)	7.09～7.22 (7.15)	37.0～72.2 (48.7)	3.20～6.29 (4.18)	2.29～5.52 (4.24)	0.003～0.224 (0.090)	2.3～5.2 (3.7)
	4	20.8～23.4 (21.8)	7.02～7.20 (7.11)	20.2～62.1 (36.5)	1.68～5.41 (3.14)	2.50～6.57 (5.14)	0.001～0.663 (0.021)	3.3～4.9 (4.0)
	5	20.4～21.8 (21.1)	7.20～7.31 (7.27)	110.0～49.7 (65.7)	4.37～9.42 (5.69)	0.85～1.73 (1.37)	0.000～0.011 (0.004)	0.9～2.4 (1.7)
	6	20.4～21.8 (21.1)	7.16～7.27 (7.22)	46.5～92.3 (58.8)	4.08～7.90 (5.14)	1.20～2.73 (2.08)	0.000～0.022 (0.006)	1.4～3.7 (2.1)
	7	20.4～21.8 (21.1)	7.10～7.18 (7.13)	38.6～84.7 (50.9)	3.99～7.25 (4.40)	2.31～3.24 (2.72)	0.000～0.056 (0.023)	1.3～3.9 (2.2)
Ⅲ	1	19.5～21.6 (20.5)	7.11～7.42 (7.21)	39.4～82.4 (53.8)	3.52～7.13 (4.71)	1.83～4.44 (3.01)	<0.001	1.4～4.0 (2.4)
	2	19.5～21.6 (20.7)	7.12～7.40 (7.26)	39.2～67.1 (52.9)	3.37～5.78 (4.50)	3.15～6.30 (4.50)	<0.001	1.7～4.6 (3.1)
	3	19.5～22.0 (20.8)	7.08～7.37 (7.22)	32.5～59.0 (43.7)	2.80～4.90 (3.79)	3.42～8.82 (5.87)	<0.001～0.008 (0.003)	2.0～5.8 (3.9)
	4	19.5～23.1 (21.7)	7.02～7.62 (7.36)	44.0～84.3 (68.2)	3.76～7.28 (5.84)	4.02～11.76 (6.89)	<0.001～0.008 (0.004)	2.2～5.8 (4.4)
Ⅳ	1	20.0～22.4 (20.9)	7.20～7.76 (7.47)	56.2～81.1 (65.3)	4.88～7.06 (5.68)	1.59～3.69 (3.04)	<0.001～0.173 (0.061)	2.0～6.0 (3.8)
	2	20.0～22.3 (20.9)	7.30～7.74 (7.51)	55.1～77.7 (64.8)	4.78～6.70 (5.63)	2.04～6.18 (4.30)	<0.001～0.048 (0.015)	2.3～4.7 (3.8)
	3	20.8～23.2 (21.8)	7.25～7.70 (7.45)	46.5～70.7 (59.4)	4.01～6.14 (5.09)	4.02～5.97 (4.88)	0.008～0.118 (0.056)	3.8～5.6 (4.8)
	4	20.8～23.1 (21.9)	7.28～7.78 (7.51)	55.0～92.0 (69.6)	4.64～7.82 (5.95)	4.50～6.75 (5.53)	0.005～0.117 (0.043)	3.4～6.0 (4.6)
試験区Ⅰ・Ⅱの注水前の用水		(19.5)	(7.30)	(113.4)	(10.10)	(0.00)	0.000	(0.0)
試験区Ⅲ・Ⅳの注水前の用水		(21.2)	(7.46)	(82.4)	(7.13)	(0.00)	0.000	(0.0)

数字は最小値と最大値
()内数字は平均値

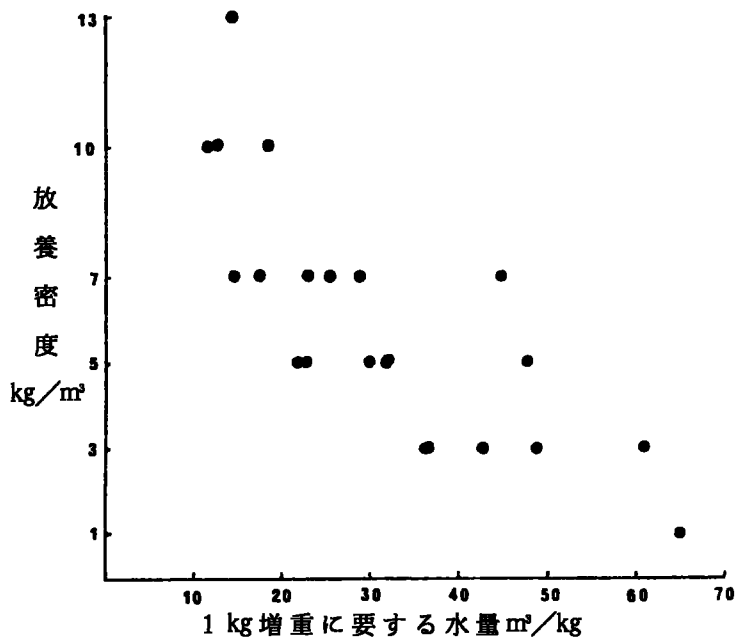


図4 1 kg増重水量と放養密度

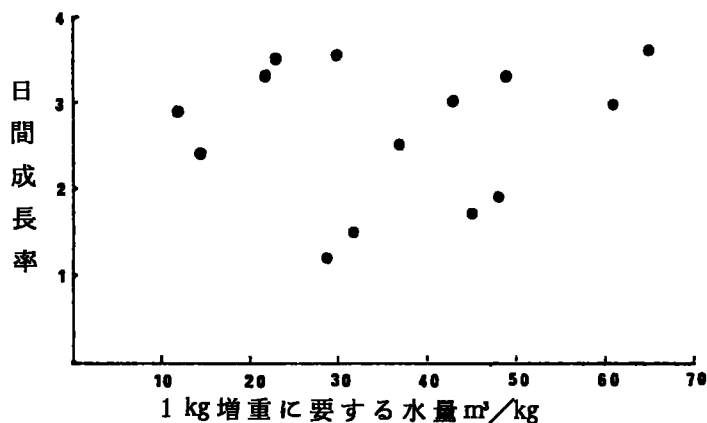


図5 1 kg増重水量と日間成長率

の水量が約10～50 m^3/kg の範囲では餌料効率や日間成長率とは関係なく、放養密度に大きく影響されるようであり、放養密度が10 kg/m^2 の場合1 kg増重に要する水量は11.8 m^3/kg であった。

ま と め

アユ飼育用水の節減を図るため、小型水槽を用いて換水率(回/日)を4.6.8回の3段階に設定し、それぞれについて放養密度(1～13 kg/m^2)を変えて試験を行なった。

試験期間中の $\frac{1}{2}$ 以上が酸素飽和度50%以下30%以上であった試験区の結果は以下のとおりであった。

○ 換水率4.6.8回/日では、日間成長率には差がみられなかった。

○ 放養密度が増加すると、日間成長率が低下する傾向にあり、放養時の平均体重が約14 gと、6 gとでは、14 gの方が良かった。

○ 1 kg増重に要する水量は、約10～50 m^3 の範囲内では日間成長に関係なく、放養密度に影響され、この最下限値は放養密度10 kg/m^2 で、11.8 m^3 であった。

期間中酸素飽和度50%以上であった試験区は換水率6回/日の例しかないが、放養密度10 kg までは日間成長率がほぼ等しかったが、13 kg では低下した。従って10 kg が限界放養密度と考えられる。この時1 kg増重に要する水量は12.6 m^3/kg であった。従って、最も少ない水量で最大の生産を上げようとするには、放養密度10 kg 程度までならば1 kgの増重に要する水量は約12 m^3 であった。

文 献

- 1)千葉健治・友町 稔・若林久嗣・江草周三 (1975): 養魚用水利用合理化に関する研究 (プリント、72)