

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 — I

水島久宣 村長義雄

表1 試験区と放養量

アユの養殖に使用される用水量は歴大なものである。養魚技術の進歩が養魚の集約化を高めてきた一方、用水の確保が困難になりつつある現況のなかで、限られた水を利用することによる飼育環境の悪化が養魚経営に看過できない種々の問題を提起している。

そこで、適性飼育環境の限界を求めるとともに用水の循環利用のあり方を含めて、用水の有効な利用による量の節減と、養魚経営の合理化に資することを目的として試験を実施したのでその経過を報告する。

I 材料及び方法

1) 試験期間

第1期試験 昭和54年6月5日～7月5日
(30日間)

第2期試験 昭和54年7月26日～8月27日
(33日間)

2) 供試魚

琵琶湖産鮎苗を一たん場内飼育池で予備飼育したのち供試魚とした。

3) 試験水槽

上縁径1550mm, 下縁径1330mm, 高さ840mm 容積1300ℓのユカタンク Y1300を使用し、中央排水仕様とし、排水パイプの立上りを調節して水槽水量を1000ℓに規定した。(図1)

また、酸素補給と水槽内水流助長のため、エアリフトを設置した。

4) 試験区の設定

注水量166.6ℓ/h (飼育水交換速度6h/回) と、333.3ℓ/h (飼育水交換速度3h/回) の2試験区を設定し、試験区毎に放養密度を変えた4個の試験水槽を設置した。(表1)

5) 給飼

放養重量の5%前後を1日量とし、9時、13時、16時の3回に分けて残飼の出ないように注意しながら給飼した。

6) 水質測定

試験水槽内注水口の反対側の中層水をゴム

試験区	注水量	第1期		第2期	
		水槽/ℓ	放養量	水槽/ℓ	放養量
1区	166.6ℓ/時 (6h/回)	1-61	1.0 ^{Kg}		^{Kg}
		1-63	3.0	2-63	3.0
		1-65	5.0	2-65	5.0
		1-67	7.0	2-67	7.0
				2-60	10.0
2区	333.3ℓ/時 (3h/回)	1-31	1.0		
		1-33	3.0	2-33	3.0
		1-35	5.0	2-35	5.0
		1-37	7.0	2-37	7.0
				2-30	7.8

(注) 水槽/ℓは (試験期) - (水交換h/回) (放養重量) であらわした。

ホースで、1週2回、午後3時に採水して水質測定を行なった。

分析項目および方法は次の通りである。

水温	棒状水銀水温計
PH	硝子電極PHメーター (日立堀場 M-7型)
DO	ウインクラール法
NH ₄ -N	ネスラー法による発色を分光々度計で測定。
NO ₂ -N	G・R法 (溶液試薬) による発色を分光々度計で測定。
NO ₃ -N	Miullin Riley の方法による発色を分光々度計で測定。
PO ₄ -P	JIS K0102-1971 (工場排水試験法) による発色を分光々度計で測定。
COD	酸性KMnO ₄ 法 30分湯煎

II 結果及び考察

第1期試験は、5月24日に開始したが、放養密度の高い水槽から斃死魚が続出したため、一

たん中止した斃死魚からピブリオその他病原菌は検出されなかったことから環境急変によるスレが主因と考えられた。そこでヨシズで水槽を覆い6月5日に試験を再開したところスレによる損傷も少くなりほぼ順調に経過した。

1. 飼育結果について

飼育結果は、表2に示した。

供試魚増重比は、第1期試験では、1区より2区（注水率大）が高く、両区共に放養密度の小さい水槽ほど高い傾向を示した。

第2期試験においても、2区は同様の傾向を示したが、1区では、2-67, 2-65, 2-60, 2-63の順となり、その差は小さいながら、放養密度との関係は順不同であった。

飼料効率についても、増重比と同様な傾向が見られた。

アユ1Kg増重に要する用水量は、11.8m³～127.3m³の間であって、注水率が低く、放養密度の高い水槽が用水量減少の傾向を示している。1, 2期試験共に1区の1-67水槽が28.8m³/Kg 2-60水槽が11.8m³/Kgと最少の用水量であったが、増重、飼料効率ともに最も劣っていた。

2. 飼育水の水質環境について

水質環境分析結果は、表3に示した。

1) 水温：全期間を通じ、19.4°C～23.4°Cの範囲で日変動も、各水槽間でも大きな差はなく鮎養殖適温の範囲内といえる。

2) PH：7.70～6.96範囲にあって大きな変動は見られないが、飼育期間の経過に伴って少々低下の傾向を示した。

3) DO：第1期試験中期から放養密度の高い水槽（1-37水槽）で27.4%, 2.38ppmと極端な低下が見られた。第2期試験ではブローポンプ1基を増設し、エア量を増加を計ったが、注水率の低い2区は飽和度40%を割り、2-60水槽では最低20.2%, 1.68ppmまで低下した。（図1）これは、DOと摂飼・成長との実験から、DO 50%が健全な成長が可能な限界と考えられるとする。千葉外の報告からすれば、安全限界をはるかに越えている。

飼育水槽内の流速の低下、残飼、排泄物の滞留による飼育魚以外のO₂消費量の増加によるDO低下を補給するエアブローの限界

を含めて、飼育水交換速度（注水量、率）限界について検討する要がある。

DOの日周変化は、図2に示したように、給飼とともに低下、最終給飼終了後2～3時間経過してから漸増回復するとゆうパターンを繰返していることがうかがえる。

4) NH₄-N：0.49～6.57ppmの範囲で、注水量の少ない試験区が高く、試験水槽別では放養密度に比例して増加の傾向を示した。

NH₄-N 20ppm以下で、DOが充分（酸素飽和度50%）であれば、何等の影響を受けずに飼育が可能であろうと考えると、千葉外の報告からすれば、飼育環境として特に問題となるような値ではないといえる。

5) NO₂-N：第1期試験ではほとんど不検出であったが、第2期試験では試験期間半ばから増加傾向を示し、2-65水槽で試験終了時には0.534ppmに達した。

6) NO₃-N：0.000～0.347PPmの間で、放養密度、注水量の差に関係なくほぼ一定の値を示していた。

7) PO₄-P：0.120～0.654ppmの範囲で、放養密度に関係なくほぼ一定の値を示していた。

8) COD：0.3～6.9ppmの間を日によって不規則な変動を示しながら漸増する傾向にあった。

注水量の多い試験区が少い試験区より高く放養密度に比例して高くなる傾向が認められた。

表3

項目	水質	注水	水質															
			1-61	1-63	1-65	1-67	1-31	1-33	1-35	1-37	2-63	2-65	2-67	2-60	2-33	2-35	2-37	2-30
W・T	max		21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	23.4	23.4	23.4	23.4	21.8	21.8	21.8	21.8	
	min		1.96	1.96	1.96	1.96	1.94	1.94	1.94	2.08	2.08	2.08	2.08	2.04	2.04	2.04	2.04	
	mean	1.95	2.04	2.04	2.04	2.04	2.02	2.02	2.02	2.02	2.17	2.17	2.18	2.18	2.11	2.11	2.11	2.11
pH	max		7.60	7.35	7.50	7.40	7.70	7.55	7.40	7.35	7.30	7.30	7.22	7.20	7.31	7.27	7.18	7.20
	min		7.09	7.00	6.99	7.00	7.18	6.98	6.98	6.96	7.12	7.10	7.09	7.02	7.20	7.16	7.10	7.02
	mean	7.30	7.29	7.13	7.25	7.16	7.43	7.20	7.15	7.13	7.23	7.19	7.15	7.11	7.27	7.22	7.13	7.12
DO(%)	max		7.10	6.24	7.97	6.95	9.50	8.32	7.09	6.77	10.24	9.24	7.22	6.21	11.00	9.23	8.47	7.04
	min		5.30	3.25	4.23	3.64	7.01	3.74	3.36	2.74	5.08	5.72	3.70	2.02	4.97	4.65	3.86	3.50
	mean	11.34	7.02	4.78	6.15	4.76	8.30	5.28	4.72	4.44	6.72	6.68	4.87	3.65	6.57	5.88	5.09	4.57
DO(ppm)	max		8.65	5.50	6.89	6.19	8.42	7.37	6.34	6.05	8.92	8.05	6.29	5.41	9.42	7.90	7.25	6.03
	min		4.69	2.89	3.70	3.23	6.20	3.31	2.92	2.38	4.35	4.95	3.20	1.68	4.37	4.08	3.39	3.08
	mean	10.10	7.30	4.20	5.40	4.17	7.33	4.66	4.17	3.92	5.88	5.73	4.18	3.14	5.69	5.14	4.40	3.91
(ppm)NH ₄ -N	max		1.59	3.02	3.96	6.48	1.15	1.79	2.47	2.72	2.62	3.93	5.52	6.57	1.73	2.73	3.24	3.10
	min		0.49	1.04	1.66	1.74	0.21	0.51	0.55	0.63	1.47	1.50	2.29	2.50	0.85	1.20	2.31	1.85
	mean	0.00	1.23	2.19	2.90	3.56	0.70	1.35	1.81	2.02	2.20	3.10	4.24	5.14	1.37	2.08	2.72	2.51
(ppm)NO ₂ -N	max		0.007	0.008	0.010	0.012	0.003	0.004	0.007	0.017	0.242	0.534	0.224	0.063	0.011	0.022	0.055	0.023
	min		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	mean	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.078	0.182	0.090	0.021	0.004	0.006	0.023	0.009
(ppm)NO ₃ -N	max		0.140	0.120	0.120	0.112	0.148	0.140	0.116	0.116	0.147	0.347	0.167	0.108	0.011	0.120	0.273	0.263
	min		0.033	0.042	0.042	0.062	0.034	0.028	0.045	0.036	0.053	0.035	0.000	0.000	0.000	0.037	0.149	0.175
	mean	0.083	0.100	0.096	0.086	0.090	0.104	0.099	0.090	0.089	0.109	0.158	0.087	0.061	0.071	0.078	0.076	0.066
(ppm)PO ₄ -N	max		0.313	0.429	0.621	0.638	0.329	0.284	0.654	0.442	0.371	0.396	0.445	0.486	0.248	0.293	0.273	0.263
	min		0.210	0.254	0.293	0.269	0.178	0.205	0.178	0.178	0.128	0.131	0.154	0.149	0.120	0.155	0.149	0.175
	mean	0.133	0.268	0.351	0.416	0.484	0.234	0.258	0.364	0.313	0.290	0.277	0.320	0.347	0.205	0.238	0.241	0.203
COD	max		2.2	2.9	5.0	5.2	1.8	2.6	5.0	6.9	3.4	3.7	5.2	4.9	2.4	3.7	3.9	3.6
	min		0.6	1.0	1.4	2.0	0.3	0.8	0.8	1.0	1.6	2.0	2.3	3.3	0.9	1.4	1.3	1.3
	mean	0.0	1.8	2.1	3.1	3.6	0.8	1.5	2.3	2.5	2.4	3.1	3.7	4.0	1.7	2.1	2.2	2.0

表2

試験期	第1期								第2期															
	昭和54年6月5日~7月5日																昭和54年7月26日~8月27日							
試験期間	30日																33日							
試験区	1区				2区				1区				2区											
注水量	1666ℓ/h				3333ℓ/h				1666ℓ/h				3333ℓ/h											
水槽交換速度	6h/回				3h/回				6h/回				3h/回											
期間中水温範囲	20.0~22.0				19.4~21.3				20.2~21.8				20.8~23.4											
試験水槽	1-61	1-63	1-65	1-67	1-31	1-33	1-35	1-37	2-63	2-65	2-67	2-60	2-33	2-35	2-37	2-30								
A 放棄重量(kg)	1.0	3.0	5.0	7.0	1.0	3.0	5.0	7.0	3.0	5.0	7.0	10.0	3.0	5.0	7.0	7.8								
B 取揚重量(kg)	2.81	6.23	8.71	11.00	2.85	6.92	9.92	12.22	5.85	10.05	15.98	20.55	8.30	13.80	18.34	15.48								
(内死重量)	0.04	0.04	0.05	0.17	0.03	0	0.07	0.09	0.23	1.04	0.04	0.60	0.09	0.03	0.05	0.02								
B-A 増重量(kg)	1.85	3.27	3.76	4.17	1.88	3.92	4.99	5.31	3.08	6.09	9.02	11.16	5.39	8.83	11.39	7.70								
B/A 増重比	2.85	2.09	1.75	1.60	2.88	2.31	2.00	1.76	2.03	2.22	2.29	2.11	2.80	2.77	2.63	1.99								
日間成長率	3.58	2.51	1.51	1.19	3.56	2.98	1.93	1.76	3.04	3.33	2.39	2.90	3.29	3.54	3.51	3.64								
試験期別相対増重比	9.89	7.26	6.08	5.55	100	80.2	69.4	61.1	7.25	7.93	8.18	7.54	100	9.89	9.39	7.11								
試験区別相対増重比	100	7.33	6.14	5.61	100	80.2	69.4	61.1	8.86	9.69	100	92.1	100	9.89	9.39	7.11								
C 放棄時平均体重(g)	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	12.6	12.8	14.3	12.0	12.2	11.6	12.6	12.6								
D 取揚時平均体重	1.64	1.19	8.8	8.0	1.63	1.37	1.00	9.5	3.14	3.48	29.3	2.86	3.27	3.35	3.61	3.76								
D-C 個体増重量(g)	1.08	6.3	3.2	2.4	1.07	8.1	4.4	3.9	1.88	2.20	1.50	1.66	2.05	2.19	2.35	2.50								
D/C 個体増重比	2.93	2.13	1.57	1.43	2.91	2.45	1.79	1.70	2.49	2.72	2.05	2.38	2.68	2.89	2.86	2.98								
E 給餌量(kg)	2.60	5.15	7.73	8.88	2.70	6.12	8.12	9.52	4.59	8.29	11.20	13.80	6.48	10.46	13.28	11.64								
E/D-C 増肉係数	1.40	1.57	2.06	2.13	1.43	1.56	1.63	1.79	1.49	1.36	1.24	1.24	1.20	1.18	1.17	1.51								
D-C/E 餌料効率(%)	71.2	63.6	48.7	47.0	69.8	64.1	61.5	55.8	67.1	73.5	80.5	80.9	83.2	84.4	85.8	66.2								
期間用水量(m ³)	120	120	120	120	240	240	240	240	132	132	132	132	264	264	264	264								
ア=1kg生産に要した水量	6.49	3.67	3.19	2.88	12.77	6.12	4.81	4.52	4.29	2.17	1.46	1.18	4.90	2.99	2.32	3.43								

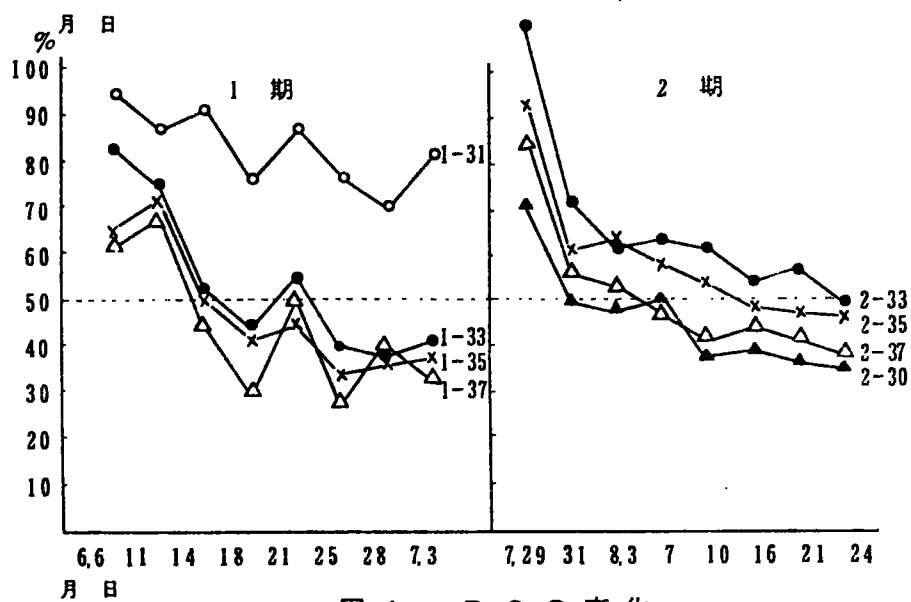
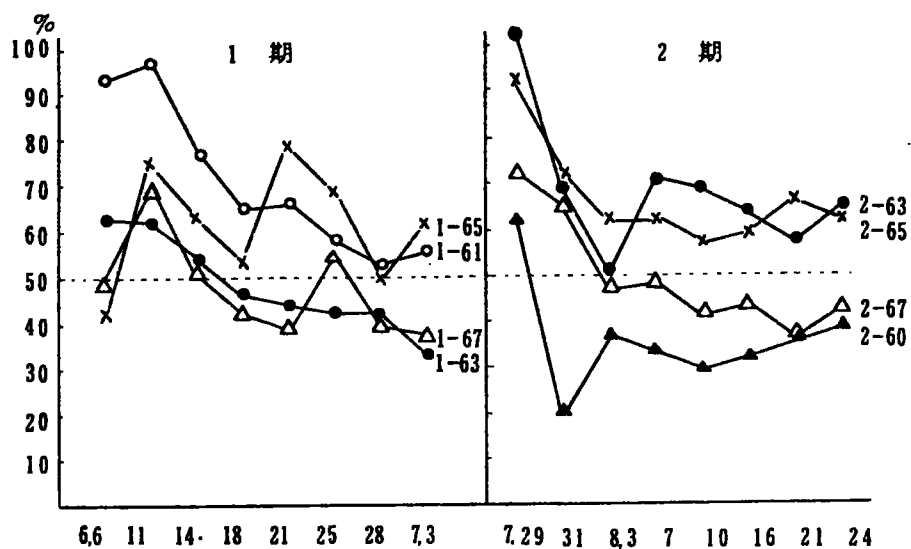


図 1 DO の変化

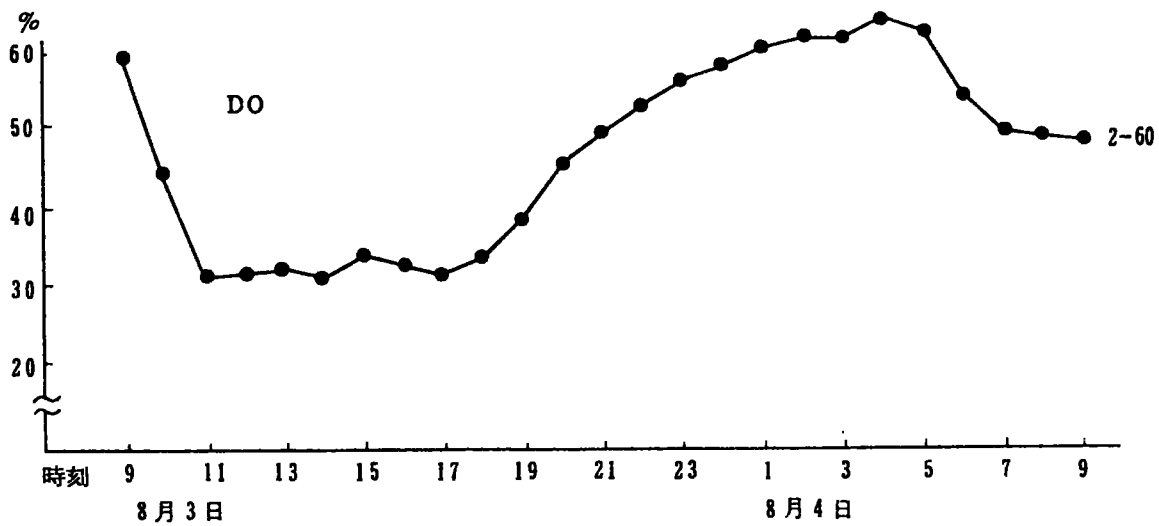


図 2 DO の日周変化