

アユ養殖場の水利水質環境実態調査

水島久宜・村長義雄・山中 治

アユ養殖における水質的飼育環境の生産制限要因を明らかにし、適正飼育環境限界を求めると共に、用水の循環再利用のあり方を含めて、用水の有効高度な利用による貴重な水資源の節減と養魚経営の安定合理化を目的とする研究を推進するため、本県のアユ養殖場における水利、水質環境の実態把握調査を実施したので、その結果を報告する。

調査方法

1. 調査対象

養魚用水の水源種類によって、次のように4類別し、類型別に各1養殖場を抽出して調査を実施した。

- 1) 水温17℃以下の地下水を利用している養殖場
- 2) 水温20℃以上の地下水を利用している養殖場
- 3) 伏流水、河川水を利用している養殖場
- 4) 琵琶湖水を逆水利用している養殖場

2. 調査年月日

昭和51年7月8日～8月20日

昭和52年7月20日～9月9日

3. 調査項目及び方法

- 1) 池面積，面数，池水容積
- 2) 用水の種類
- 3) 新しい用水量——各注水口の注水量を実測し，養殖期間中の池使用記録をもとに全期間用水量を算出した。
- 4) 循環再利用水の量—3)と同様
- 5) 池水の交換速度
- 6) 鮎の生産量——— 臍取りによって調査した。
- 7) 水 質

新水，再利用水の注水口，飼育池排水口，及び養殖場総排水路末端で採水し，次の項目について測定，分析を行なった。

水 温	棒状水銀温度計
PH（水素イオン濃度）	硝子電極 pHメーター（日立一堀場，M-5型）
DO（溶存酸素）	ウインクラー常法
DO%（酸素飽和度）	上記の値から計算
NH ₄ -N（アンモニア窒素）	ネスラー法による発色を光電光度計（日立，139型）で測定
NO ₂ -N（亜硝酸態窒素）	G.R法（溶液試薬）による発色を光電光度計（同上）で測定
NO ₃ -N（硝酸態窒素）	mullin Riley の方法による発色を光電光度計（同上）で測定
PO ₄ -P（磷酸態磷）	JIS K 0102-1971（工場排水試験法）による光電光度計（同上）で測定

M ₂ Oアルカリ度	常法, CaCO ₃ (炭酸カルシウム) 換算
Ca (カルシウム)	JIS, K 0101-1966 (工場排水試験法) による
Mg (マグネシウム)	同上
COD (化学的酸素消費量)	酸性KMnO ₄ 法 (湯煎30分間)
導電率	東亜電波, M-I F 導電率計による測定

4. 調査結果及び考察

養魚用水利用実態調査結果を, 第1表に, 養魚用水々質環境調査結果を, 第2表に示した。

昭和50年度の用水利用実態は, 第1表に見られるように, 全調査対象とも方法の違いはあるが, 何らかのかたちで用水の再利用を行っていた。

これは, 原用水が低水温の処で, 池中水温の上昇効果を期待し, あるいは, 用水の絶対量不足をカバーするため等の目的で循環再利用しているものであるが, 単純に反復循環利用しているだけで経過等による水質的改善策を講じているものは無かった。

原用水1に対する再利用水の比は, 0.4 (T養魚場), 1.8 (N養魚場), 2.55 (K養魚場), 8.0 (I養魚場) と, 養魚場によって大きな差があった。

昭和51年度は, T養魚場は, 再利用を中止したが, 他は, 1.2 (K養魚場), 4.99 (N養魚場), 8.54 (I養魚場) と再利用を行なっている。前年度と比較すると, K養魚場は低く, N養魚場は高く, 又I養魚場は大差のない再利用度となっていた。

再利用を中止したT養魚場は, 魚病その他による斃死被害が僅少であったが, 前年度1.8であったものを4.99にまで再使用率を高くしたN養魚場では, 相当多量の斃死被害を見たと言ふ。

I養魚場のように, 用水の絶対量の制約によって8倍という例もあるが, 原水量1に対し再利用水量2~3というところが本県における平均的な再利用度と見てよいであろう。

養魚池の用水交換速度は, 新水で1h17m~11h45m/回と大きな差があるが, 新水+再利用水の合計水量では, 1h11m~2h00m/回と近似した交換速度となっている。

鮎1kg生産に要する用水量は, 新水で16.8~73.6m³/kg (但し, 琵琶湖水を利用し, 揚水制約がなく, 51年度に再利用を中止したT養魚場を除いた。), 新水+再利用水の合計では, 108.4~266.1m³/kgであったが, 266.1m³/kgを要したN養魚場は1月10日まで長期飼育を実施した特殊事情があり, それを除外すれば, 73.6~166.2m³/kgとなり, 140~150m³/kgが本県における平均値と見てよいであろう。(鮎の生産量については, 販売形態が重量売の外, 尾数売りが相当含まれるため, 正確な生産重量を把握することが難かしく, 聴取り調査によらざるを得なく, その数をもとに計算した所要水量であることを附記する。)

水質環境調査結果は, 第2表に示した。

NH₄-Nについてみると, 養魚用水の大部分を再利用水に依存しているI養魚場でも, 特に問題とする程の値を示さなかったにもかかわらず, 再利用度の低いN養魚場で, I養魚場の2倍以上の高い値を示した。この原因として, 給飼間隔が短かく, 採水が給飼終了後間もなくであったこと, 及びN養魚場の再利用水の循環方式が池排水口からバッチカルポンプで直接反復注水する方式であり, 他は排水路の中間或は終末で集水して各池に配管の上各池に循環注水する方式をとっており, 特にI養魚場では水路距離約100mを流下した排水を集水池に瀑下させ, 上架タンクに揚水再瀑気後, 配管により池水面より1.5mの高さから瀑下注水している。このような循環再利用の方式の違い等が考えられるが検討を要する問題点である。

その他の項目については, PO₄-P, CODが循環再利用度に比例して高くなる傾向を示したが, 特に注目して問題とするほどのものは見られなかった。

しかし, 循環再利用度の高い養魚場で, グルギア症, ビブリオ病等により相当多量の斃死を見,

昭和51年に用水の再利用を中止したT養魚場では、ほとんど魚病の発生を見なかったことから、養魚用水々質環境要因中の、生産制限要因となっているものの解明と、排水の再生産力活用に有効な循環再利用方法の改善が、鮎養殖の生産性を向上させると同時に、貴重な水資源の有効利用にも通じるものと考ええる。

第1表 アユ養魚用水利用実態調査結果

業 者		K養魚場		I 養魚場		N養魚場		T 養魚場	
年 度		50年度	51年度	50年度	51年度	50年度	51年度	50年度	51年度
池 面 数		11	8	11	14	10	8	7	8
池 面 積 m^2		953	851	804	1,023	1,243	1,100	943	1,132
池 水 容 量 m^3		738	663	716	911	1,168	1,038	873	1,041
用 水 の 種 類		地下水	地下水	地下水	地下水	地下水	地下水	琵琶湖水	琵琶湖水
用 水 量	新 水 量 $m^3/日$	7,042	6,134	1,555	1,860	5,214	2,744	7,690	19,505
	再 使 用 水 量 "	12,779	7,386	12,597	15,885	9,245	13,700	2,873	0
	新 水 + 再 使 用 水 量 "	19,812	13,520	14,152	17,745	14,459	16,444	10,568	19,505
	再 使 用 水 / 新 水 (比)	1.8	1.2	8.1	8.5	1.8	5.0	0.4	0
地 換 水 速 度 交 換	新 水 の み 時分/回	2.40	2.35	11.00	11.45	5.22	9.06	2.48	1.17
	新 水 + 再 使 用 水 "	0.53	1.11	1.13	1.14	1.56	1.31	2.00	
鮎 産 出 量 kg	新 水 の み m^3/kg	56.3	73.6	16.8	12.4	44.2		92.3	166.2
	新 水 + 再 使 用 水 m^3/kg	158.5	162.2	135.9	117.9	266.1		126.8	—
種 苗 放 養 量 kg			1,320		1,238		1,700		966
総 生 産 重 量 kg		30,000	10,000強	25,000	21,365	15,200		10,000	11,500
増 肉 重 量 kg			8,680		20,127	13,500			10,534
飼 料 給 与 量 kg			16,000		17,000	25,000			16,700
増 肉 係 数			1.84		0.84	1.85			1.59
飼 料 効 率 %			54.3		118.3	54.0			63.1
池 面 積 $1 m^2$ 当 生 産 量 kg			11.8		20.9	13.8			10.2
池 水 容 積 $1 m^3$ 当 生 産 量 kg			15.1		23.5	14.6			11.0
飼 育 期 間		3月~10月	4月下旬~9月下旬 補正120日	3月~10月	8ヶ月 2月中旬~9月中旬 補正142日	3月中旬~1月上旬 補正245日	5月~8月 4ヶ月		補正98日
期 間 使 用 水 量 新 水 m^3			736,080		264,120	672,280		1,911,450	
新 水 + 再 使 用 水 m^3			1,622,400		2,519,790	4,028,780			

第2表-1 フェニル魚用水水質環境調査結果

業者	K					N														
	50					50					51									
調査年度	50					50					51									
採水地点	原水	池排水	再使用水	総排水	非揮発性池排水	原水	池排水	再使用水	総排水	池排水	再使用水	総排水	池排水	再使用水	総排水					
採水月日	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.20	7.27	8.26	9.7	7.20	7.27	8.26	9.7	7.20	7.27	8.26	9.7			
水温 ℃	16.6	17.2	17.2	15.7	14.5	16.7	17.2	16.8	16.7	15.0	21.5	21.8	21.4	17.7	14.0	14.2	15.6	15.6		
PH	7.21	7.70	7.40	7.38	7.55	7.49	7.85	7.58	7.75	7.58	7.62	6.25	6.72	6.69	6.89	6.50	6.44	6.43	6.40	6.40
DO Ppm	-	5.98	-	5.62	5.57	6.88	6.06	7.99	-	7.44	6.87	7.22	4.99	4.79	6.46	4.71	8.78	7.74	7.61	8.77
DO%	-	62.8	-	58.5	56.5	78.0	65.0	85.0	-	79.0	68.0	74.0	58.0	56.0	75.0	51.0	88.0	78.0	79.0	91.0
NH ₄ -N Ppm	0.00	1.65	1.16	0.00	0.00	0.43	0.64	0.33	0.64	0.32	0.68	0.00	4.40	4.20	2.88	4.94	0.00	0.00	0.00	0.00
NO ₂ -N Ppm	0.000	0.010	0.014	0.000	0.000	0.002	0.000	0.008	0.006	0.005	0.008	0.000	0.046	0.049	0.041	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
NO ₃ -N Ppm	-	-	-	1.884	1.176	1.287	1.144	1.408	1.280	1.467	1.244	-	-	-	-	-	0.206	0.340	0.340	0.325
PO ₄ -P Ppm	0.205	0.188	0.188	0.026	0.082	0.067	0.069	0.073	0.084	0.100	0.100	0.014	0.741	0.600	0.619	0.412	0.021	0.014	0.010	0.011
MnO ₂ Ppm	182.0	142.2	185.8	144.6	155.1	182.0	154.6	124.8	147.6	182.5	143.3	14.8	18.8	39.5	32.0	22.8	13.8	17.8	14.6	17.0
Ca Ppm	52.54	58.97	52.91	50.60	55.18	40.41	57.34	83.00	49.98	52.18	58.73	4.88	7.00	6.88	6.88	6.88	3.84	4.89	3.92	4.01
Mg Ppm	9.54	7.25	8.81	7.88	7.78	4.78	5.68	5.80	8.79	1.16	7.87	6.72	3.12	4.91	5.08	1.21	4.32	2.57	2.67	2.18
COD Ppm	0.24	4.00	2.98	0.16	0.00	1.00	0.54	0.50	0.26	0.48	1.06	0.00	4.17	4.08	3.90	6.20	0.00	0.00	0.05	0.00
導電率 μS/cm	810	-	-	840	820	840	840	880	820	-	810	100	140	140	120	110	60	48	54	70

第2表-2 フェニル系魚用水水質環境調査結果

業者	I					T				
	50		51			50		51		
調査年度	50		51			50		51		
採水地点	原水	池排水	再排水	池排水	再排水	原水	池排水	再排水	池排水	再排水
採水月日	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
水温 ℃	23.7	25.8	25.8	25.4	22.3	23.0	21.3	23.5	23.5	22.0
PH	7.42	7.90	7.91	7.90	7.35	7.47	7.43	7.60	7.90	7.35
DO ppm	5.22	7.10	7.57	7.33	4.07	4.19	2.76	5.14	6.93	7.22
DO%	63.0	90.0	96.0	93.0	43.0	50.0	32.0	62.0	84.0	85.0
NH ₄ -N ppm	0.41	1.93	1.53	1.53	0.40	0.25	0.12	0.42	0.23	0.21
NO ₂ -N ppm	0.000	0.037	0.037	0.050	0.001	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000
NO ₃ -N ppm	-	-	-	-	0.011	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000
PO ₄ -P ppm	0.000	1.531	1.226	1.546	0.973	0.934	0.500	0.934	0.934	0.617
M.O 7/10/1度 ppm	82.1	86.3	88.1	70.9	84.1	83.5	81.0	85.5	83.0	82.0
C ₆ H ₆ ppm	7.52	7.37	8.00	10.23	5.69	6.33	7.21	6.33	6.57	7.37
Mg ppm	5.49	4.57	4.69	5.43	5.24	5.20	5.10	5.44	4.56	4.56
COD ppm	0.33	1.22	1.26	1.44	0.06	0.43	0.02	1.50	0.50	0.23
透明度 μ ² /cm	220	240	245	300	130	200	130	205	205	190
					180	200	180	205	205	190
					215	270	270	270	270	250
					120	140	140	140	140	140
					62	100	90	73	110	100
					73	110	100	73	110	100