

アユ養殖技術研究

アユのビブリオ病に対する経口ワクチン効果

伊藤 進・中川武芳

目的	<p>アユ養殖においてビブリオ病対策は極めて重要で、発生の有無により経営を左右するまでに至った。このビブリオ病は化学療法剤によって対処してきたが耐性化が速く新薬と耐性菌の繰り返しを続けている感がある。このビブリオ病に対するワクチン効果の研究は数年前より始まり、実用化へと期待されている。今年は全国湖沼河川養殖研究会、アユのビブリオ病研究部会の連絡試験として経口ワクチン効果試験を行なった。</p>
材料	<p>実験期間 昭和53年6月6日～10月6日 供試魚 当分場産人工ふ化アユ（実験開始時平均体重8.4g） ワクチン PT-479（徳島分離株）の0.5%ホルマリン不活化ワクチン（北里研究所製） 攻撃菌株 PT-479（凍結乾燥菌） 試験区分 1区 ワクチン5g（湿菌重量）/kg/day 15日間連続投与 1-A区 同上投与の30日後再び同量8日間連続投与（追加ワクチン効果） 2区 ワクチン0.5g（湿菌重量）/kg/day 15日間連続投与 2-A区 同上投与の30日後再び同量8日間連続投与（追加ワクチン効果） 3区 対照区</p>
料	<p>ワクチンの投与方法 ワクチンをフィードオイルに懸濁させて均一に攪拌し市販配合飼料に添加し投与した。しかし9日目には増重分を考慮してワクチン量を補正した。追加ワクチンについても同じ方法であった。</p>
方	<p>飼育管理および試験池 試験池はコンクリート製水槽で水量約4t、飼育水は曝気地下水を使用し戻し水はしなかった。水温は19.0～22.8℃であった。 試験池3面に供試魚を約7kgづつ（平均体重8.4g）收容し、規定のワクチンを投与した。投与の30日後、1区、2区をそれぞれ分養し、1-A区・2-A区を設け追加ワクチンを行なった。残った1区・2区はそのまま飼育した。給飼は1日2回推定重量の3%をめどに行いワクチンを確実に与え、その後市販配合飼料を与えた。試験期間中薬剤は全く使用しなかった。（図1）</p>
法	

図1 実験フローシート

材
料

攻撃試験

感染実験水槽（約300ℓ容）に各区より50尾ずつ収容し、ビブリオ菌PT479の菌浴を5分間行って感染させ、生残率を比較した。このPT479株は攻撃前に1回魚体通過させたものを使用し菌量は表1に示す。なお観察期間は10日間である。

攻撃試験で死亡した魚は明らかにビブリオ病の症状を呈する魚以外はすべてHIA培地で分離し抗血清より確認した。使用菌株のPT479はAタイプである。（表1）

表1 攻撃試験

攻撃回数	内 容	菌 量	平均体重 g	水 温 °C
第1回	ワクチン投与後1週間	4.5×10^4 細胞/ml	9.0	21.3~22.7
第2回	“ 1ヶ月	6.0×10^4	18.9	22.0~22.4
第3回	“ 2ヶ月	7.5×10^5	28.0	21.8~22.8
第4回	“ 3ヶ月	2.0×10^5	30.0	19.0~21.5
第5回	追加ワクチン投与後1ヶ月	7.8×10^4	27.0	21.8~22.8
第6回	“ 2ヶ月	2.0×10^5	26.1	19.0~21.5

方
法

結
果
と
考
察

各攻撃試験の生残率を図2に示す。各攻撃試験とも1区（5g/kg投与区）の生残率が最も高く投与後3ヶ月までワクチン効果は認められた。2区（0.5g/kg投与区）では投与後1ヶ月までは1区の生残率とほぼ同じであったが、2~3ヶ月と経つにつれ、生残率は低くなった。しかし2区は対照区より常に高い生残率を示し、不十分ではあるがワクチンの効果はあると思われる。追加ワクチンの効果はワクチン投与後1ヶ月の第3回攻撃と第5回攻撃、投与後2ヶ月の第3回攻撃と第6回攻撃を比較してもはっきりしなかった。むしろ最初のワクチン効果が3ヶ月くらい保持されるので追加ワクチンはあまり重要ではないと思われる。

ワクチン効果が認められた5g/kg投与は実用面では不可能であるので、投与量の検討、つまりどのくらいの最少量で効果がみられるか、また今回は平均体重8.4g以上で行なったので、それよりもっと小さな幼稚魚でもワクチン効果はあるのか検討する必要がある。

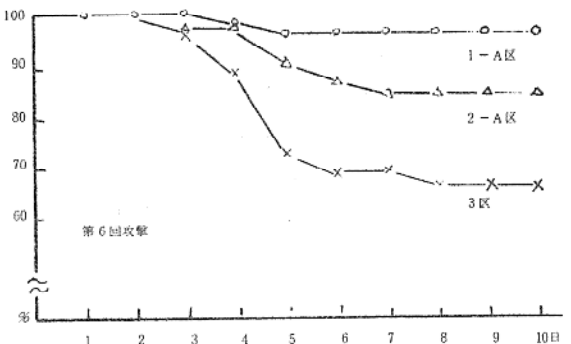
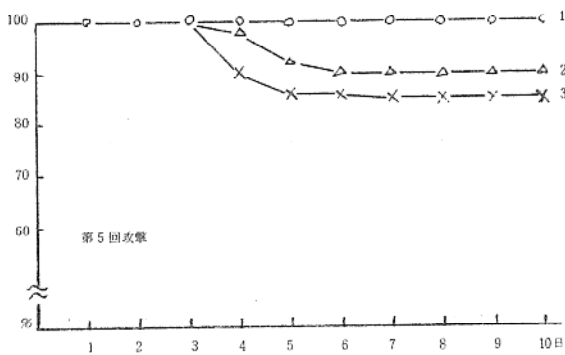
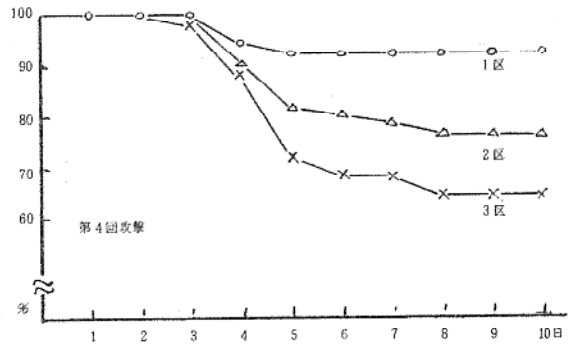
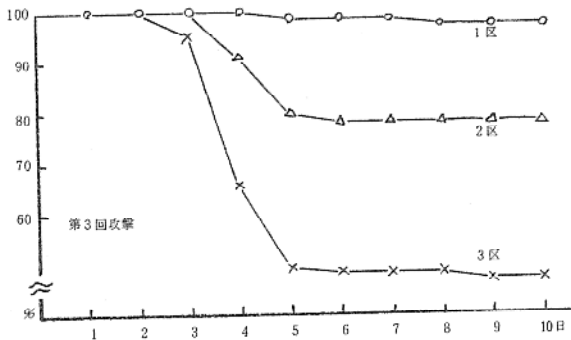
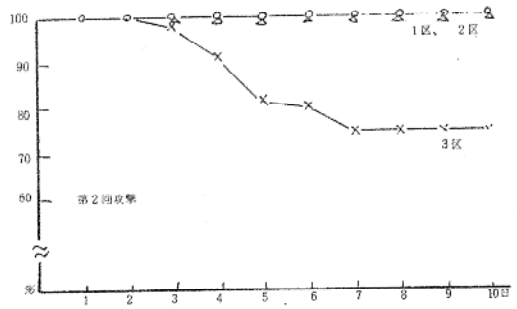
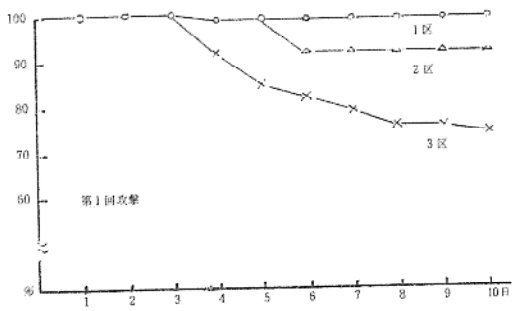


図2 攻撃試験結果 (生残率で示す)

目的	<p>養成親魚から由来した種苗の飼育をおこない、稚魚期の異型魚の出現状況を観察検討しながら、養殖技術の基礎資料とする。</p>
方法	<p>期間：昭和53年11月7日～昭和54年4月3日</p> <p>親魚：昭和52年に木曾川産から採卵、当場で人工孵化養成した。親魚として養成中、特別に飼料の検討と光処理は実施しなかった。</p> <p>飼育池：コンクリート製水槽（ビニールハウス上屋、浄化槽付）4m×12m×1mの池1面。</p> <p>稚仔魚の飼育：孵化後、流水式殺菌灯（100V110W/t/h）を使用した海水で流水飼育した。</p> <p>異型魚の識別：標本検体を透明処理し、大型のものは肉眼観察により識別し、小型の標本は接写によりスライド撮影して識別した。</p> <p>餌料培養：クロレラ培養池・コンクリート製4m×12m×1m3面、ワムシ培養池・クロレラ培養池と同タイプ2面、ハウス式ボイラー加温、水温設定20～22℃、半かん水使用、ミジンコ培養池・ワムシ培養池と同様、水温23～25℃、淡水使用。ワムシの培養餌料はクロレラと市販の生酵母を併用した。ワムシに生酵母を単独に与えた後、アユ餌料として使用するときはワムシの消化管内の残留酵母をとりのぞく目的で、クロレラ液に一定時間浸漬したワムシを給餌した。</p>
結果とデータ	<p>ふ化率、成長等の飼育結果について表1に示した。60日から100日までの異型魚の調査結果については表2にまとめた。アユ稚仔への飼餌料の種類と投与期間は図1に示した。飼育池の飼育環境について、飼育水温（最高と最低）の変化の推移は図2に、同様に比重の変化については図3に、COD、NH₄-N等の水質変化の推移は図4に、それぞれまとめて示した。斃死尾数の推移は図5に示した。斃死初期にニフルスレチン酸ナトリウムの薬浴を2回実施し、図5にしるした。</p>
考察	<p>100日めに異型魚が減少しているのは、図5から85～90日めの大量斃死時に多数死滅した結果によるものと考えられる。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">図1 飼餌料</p>

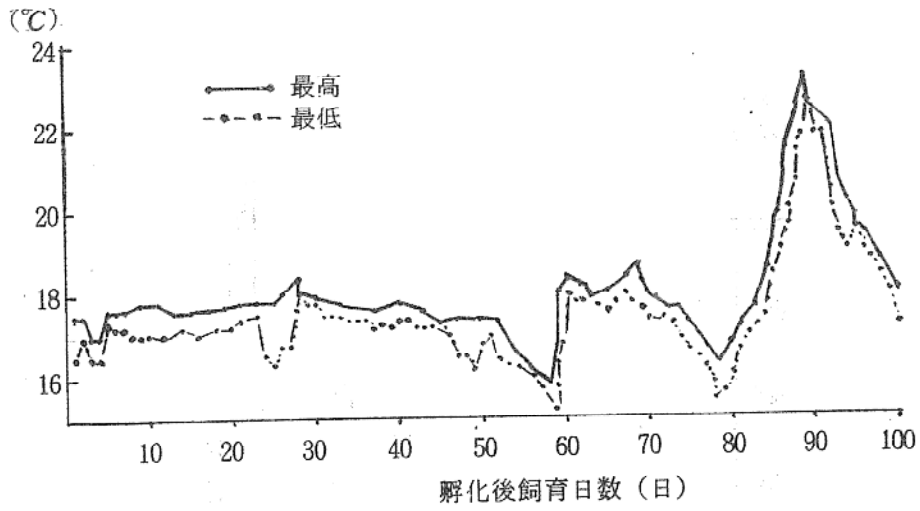


図2 飼育水温

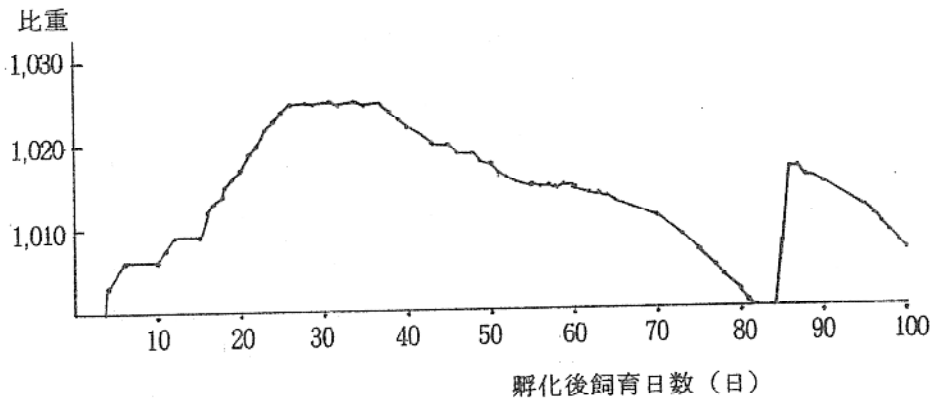


図3 アユ飼育池の比重

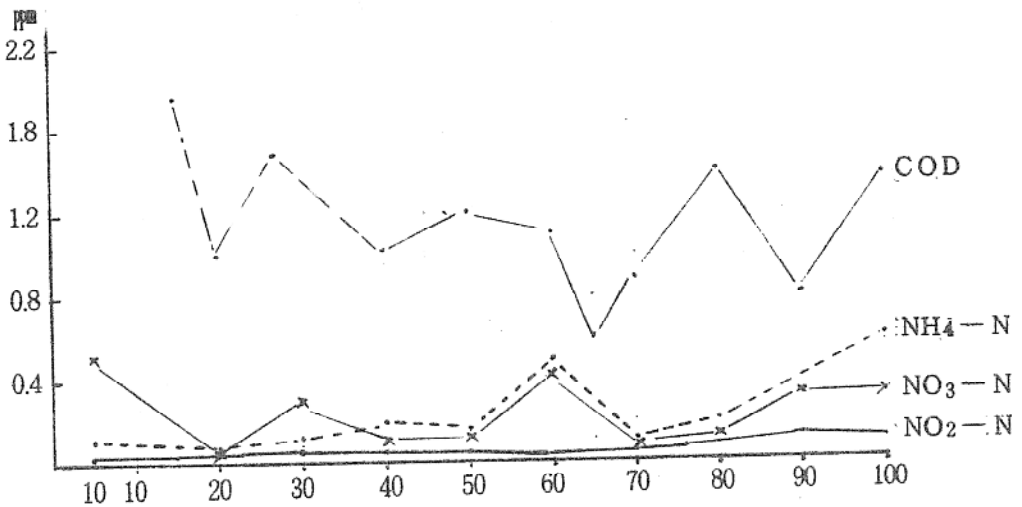


図4 飼育池の水質変化

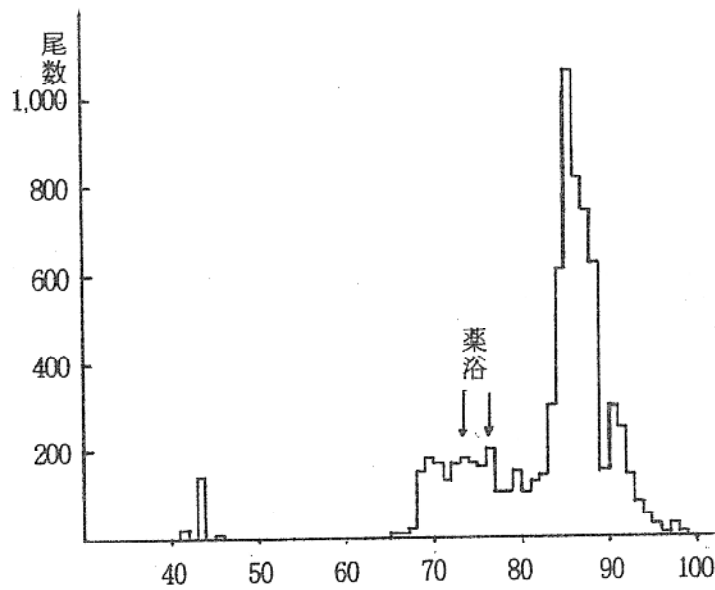


図5 斃死尾数の推移

表1 飼育結果

親魚(養成)		♀ 8尾 (平均217g) ♂ 7尾 (平均170g)
推定採卵数		189,000
推定ふ化	尾数	76,000
	%	40
成長	ふ化後	体重 g 全長 mm
	10日	— 12.7
	20日	— 17.2
	30日	— 19.8
	40日	— 22.0
	50日	0.05 25.8
	60日	0.09 30.2
	70日	0.16 35.8
85日	0.26 39.0	
100日	0.43 52.0	
確認斃死数		8,050
取揚 (ふ化後140日)	尾数	15,000
	歩留	19%

表2 異型魚の調査結果

ふ化後日数 (取揚月日)	調査尾数 尾	脊椎骨変形	
		尾数	%
60日 (1・20)	34	13	38.2
70日 (1・30)	64	6	9.4
85日 (2・14)	58	17	29.3
100日 (3・1)	35	2	5.7

ウナギ養殖技術研究

止水式ハウス加温養鰻のメカニズムの究明—Ⅲ (高密度加温飼育について)

瀬古幸郎・深谷昭登司

最近、ビニールハウスによる加温養鰻が普及しているが、本県では、用水の不足から、また熱エネルギーの節減のため、注水量の著しく少ないいわゆる止水式の加温飼育である。経営上の面からウナギは高密度に収容され、環境の悪化も著しく、成長にも問題をのこしている。そのため本飼育方式のメカニズムを究明して、適正な飼育技術を確立しなければならない。本年は昨年度に引続き高密度飼育を実施し、部分的な循環濾過の効果、成長限界、特に成長と注水量の関係を検討する。

試験方法は、昨年度と同じ設定で実施した。即ちビニールハウス内の10 m²コンクリート水槽2面を使用、1面を濾過槽(0.1 m³の濾過槽、0.1 m³の沈澱槽)を使用し循環濾過飼育(循環率500 l/h)とした。注水は、摂餌状況、水質等を考慮して適宜部分換水とし、出来るかぎり換水量は少なくした。試験区間は、昭和53年4月1日～7月3日である。

飼育試験の結果は図1、表1のとおりである。また環境要因の推移は図2に示した。

結

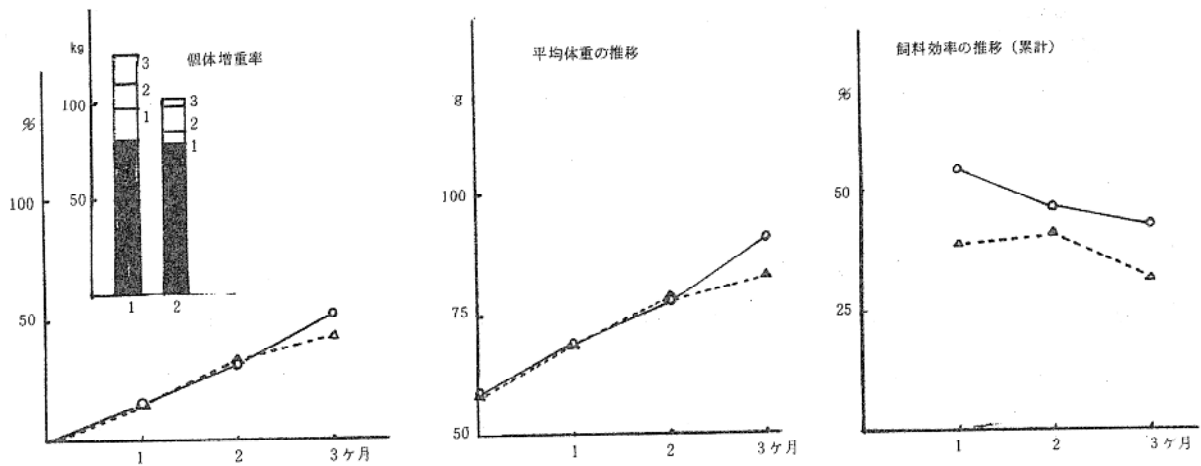


図1 増重、飼料効率等の推移

表1 飼育試験結果

項目	試験開始時			試験終了時			増重量	個体増重率	給餌量	飼料効率	収容密度		総注水量 (m ³ /日)	注水1m ³ の 増重量	尾数 少	備 考
	尾数	重量	平均体重	尾数	重量	平均体重					開始時	終了時				
1	1340	821 kg	591 g	1389	1254 kg	903 g	433 kg	528%	1016 kg	426%	開始時 8.2 kg/m ² (23.5 kg/m ³)	終了時 12.5 kg/m ² (35.8 kg/m ³)	837 m ³ (0.25 m ³ /日)	0.5 g/kg	999 ^b	飼育日数 94日 給餌日数 92日 試験区2は部分的循環濾過
2	1357	794	58.5	1251	1040	831	246	421	789	312	開始時 7.9 kg/m ² (22.7 kg/m ³)	終了時 10.4 kg/m ² (29.7 kg/m ³)	959 (0.29 m ³ /日)	0.25	922	

果

結

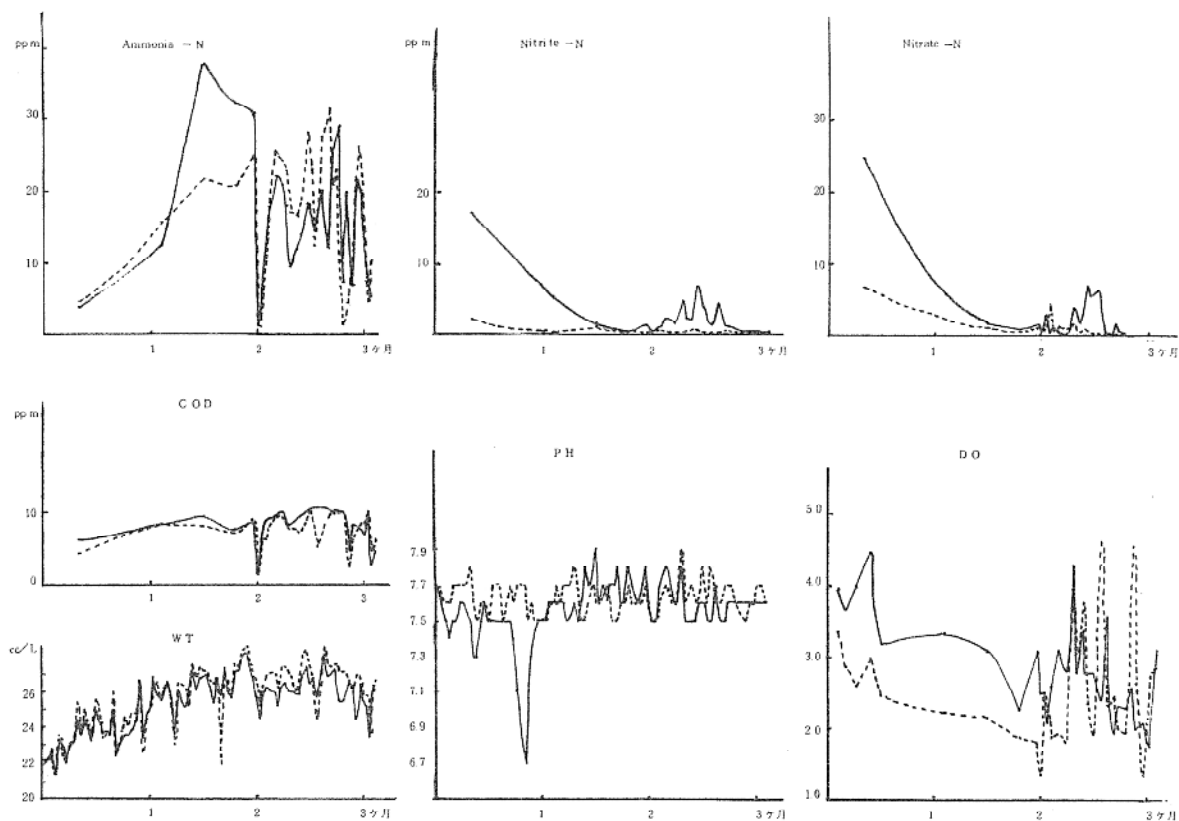


図2 環境要因の推移

果

試験区1は、止水式（曝気は、ブローおよび水中ポンプ）、試験区2は、小型の汙過槽を設置、（曝気方法は、試験区1と同じ）して、供試魚は、82.1kg、79.4kgをそれぞれ収容したが、非常に高密度のため、成長はあまり良くなかった。また、循環汙過飼育は、汙過槽が小さいため、効果はほとんどなかったと思われる。DOは、2~3cc/L、アンモニア態-Nは、15~25ppmで経過しており、環境要因としてはあまり良くなかった。

考

今回は、昨年度終了時の収容密度からスタートしたため、換水量も前回より多く、2倍以上の注水となった。そのため、増重量は、試験区1で、試験期間は前回の $\frac{1}{2}$ にもかかわらず同じ増重となっている。試験区2は、汙過槽内での還元反応のためか、亜硝酸、硝酸態-Nが少なく、アンモニア態-Nが多くなり、高PHの関係もあって成長は試験区1に比較して不良となった。

したがって、汙過槽の規模、能力を充分考慮しないと、かえって逆効果となる。

個体増重率が両試験区ともに前回と比較して低下していないのは、前述のように使用水量が増加しているためと思われ、試験終了前では半流水に近い換水となったことによるものと思われる。

察

用水1トン当りの収容量は、試験区1では、35.8kgとなり、養鰻業者のハウス加温池の水深に換算すれば、1 m^3 当りの収容量は、29kgとなっている。通常1 m^3 当り10kg前後である。

用水1トン当りのウナギの増重を、当分場の実験データから試算すれば、通常²⁾の止水式養殖では100g、加温飼育では590g、昭和52年度の循環汙過飼育では3,160gとなっており、収容量35.8kg/ m^3 のかかりの高密度であっても、従来の止水式と比較すれば非常に効率は良いが、

考察	<p>循環濾過飼育に比較すれば格段の差があるため、今後、成長と用水の使用量について重点的に検討する必要がある。</p> <p>また、今回の試験において、飼育限界については、試験区1において試験終了近くでは換水量を急激に増加させて、増重の低下を防いだ点と、飼料効率が徐々に低下している点を考慮して、これ以上増重を期待することは、半流水に近い状態となるため、止水式としては限界に近いものと思われる。各試験区のプランクトン組成については、試験期間中、目立った傾向はみられなかったが、珪藻類（ニッチア属、サイクロテラ属）が比較的多く、その他藍藻類、緑藻類、鞭毛藻類、繊毛虫類等種類は多くみられた。</p>		
備考	1)	愛知県水産試験場	昭和52年度業務報告 止水式ハウス加温養殖のメカニズムの究明—II
	2)	愛知県水産試験場	昭和52年度業務報告 循環濾過飼育における循環率がウナギの成長に及ぼす影響 1978

ハウス加温養鰻池における他魚種の混養による環境改善

瀬古幸郎・深谷昭登司

目的	<p>本県の止水式ハウス加温養殖においては、用水の不足、熱エネルギーの節減から、注水量は著しく少ない。一方では、ウナギは高密度に收容されており、池水中に添加される有機物の影響は非常に大きい。とくに、散逸飼料の影響は大きく、水底質の悪化を来たしている。現在では、池中の堆積物（ヘドロ）は機械的に排出している状態である。この散逸飼料の除去方法として、雑食性であり、酸素消費量の比較的少ないと思われるテラピア・ニロチカ（<i>Tilapia nilotica</i>）を混養して、散逸飼料を捕食させ、環境の改善効果を検討する。</p>
方法	<p>ハウス内において10 m³コンクリート水槽（水深35 cm）2面を使用し、対象区、試験区（テラピア混養区）を下記のとおり設定して、試験を実施した。</p> <p>対象区： ニホンウナギ（新仔、平均体重15 g 13.03 kg）</p> <p>試験区： テラピア・ニロチカ（当才魚、平均体重39 g）2.80 kg ニホンウナギ（新仔、平均体重15 g 13.03 kg）</p> <p>飼育方法： 止水式加温飼育（電気ヒーター）水温25℃</p> <p>曝気方法： ポンプ循環、ブロー</p> <p>給飼方法： 市販配合飼料、飽食給飼</p> <p>注水方法： 適宜注水（月1回計量のため全換水）</p> <p>試験期間： 昭和53年10月24日～昭和54年2月26日</p>
結果と考察	<p>試験結果は表1、図1のとおりであるが、前半は、テラピアに異常はみられなかったが、後半にテラピアがウナギの攻撃をうけ多量斃死、追加收容した場合も同様となった。</p> <p>環境要因の推移は図2に示した。</p>

表1 飼育結果

項目	試験開始時		中間		結果 (テラピド正常期間)		試験終了						備考				
	尾数	重量 (kg)	尾数	平均体重 (kg)	増重率 (%)	給飼量 (g)	飼料効率 (%)	尾数歩留 (%)	注水量 (m ²)	尾数	重量 (kg)	平均体重 (g)		増重率 (%)	給飼量 (g)	飼料効率 (%)	尾数歩留 (%)
対象区	869	1303	844	1583	215	16579	16.9	97.1	10.7	843	27.77	323	113.1	52316	283	97.0	4.0
試験区	851	1303	800	2190	682	25400	3.49	94.0	9.9	798	354.1	438	1718	66519	336	93.8	4.7
	72	2.80	72	6.00	114.3		100.0		12*		808					7.7	

* テラピド追加取替 83尾 10.35kgを含めた生残尾数

試験区の下段はテラピド

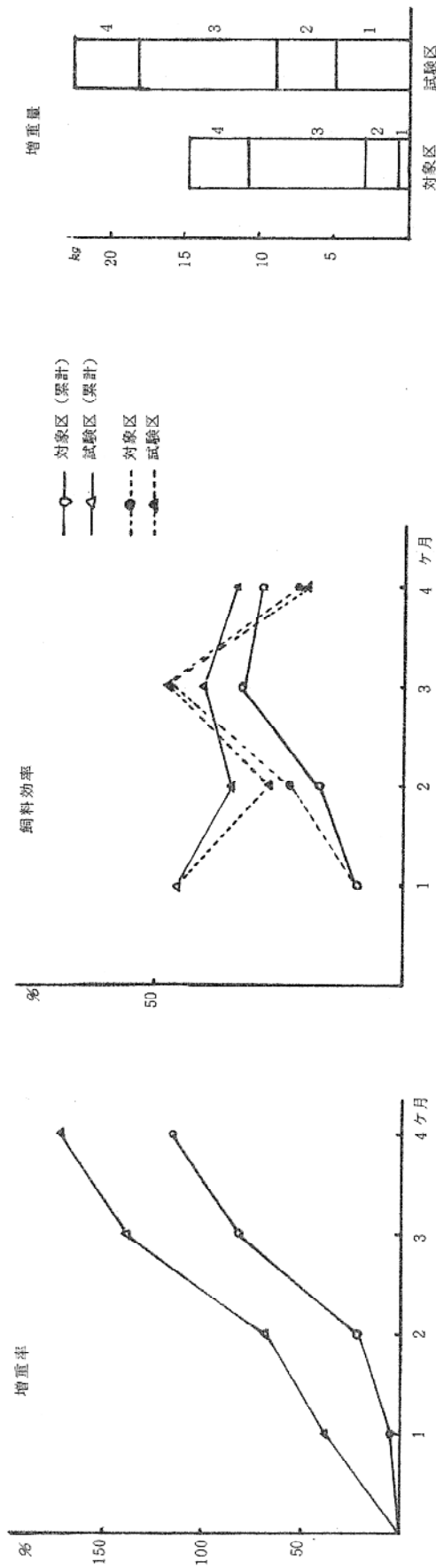


図1 増重率と飼料効率

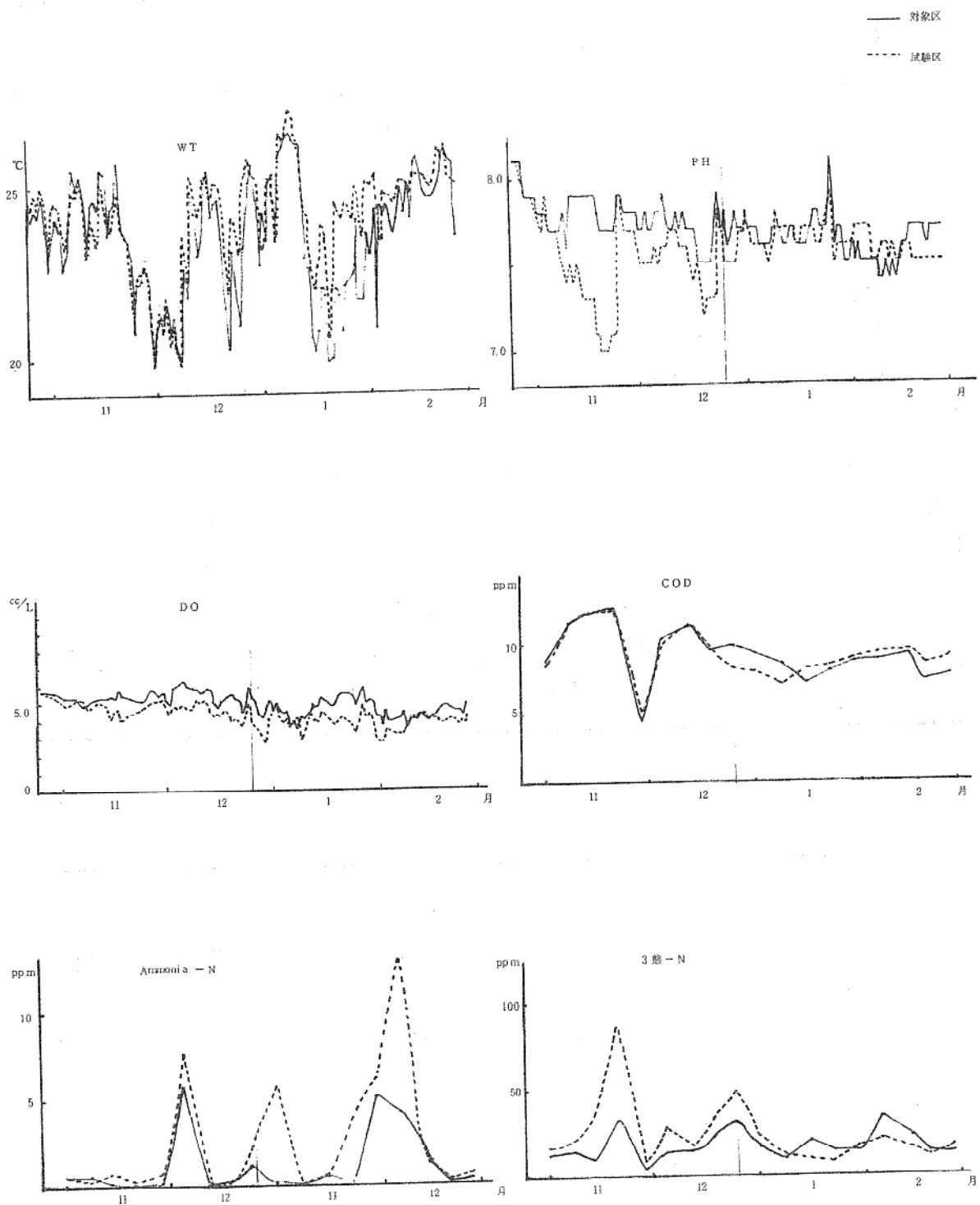


図2 環境要因の推移

成長不良群が非常に多く出た。尾数歩留も70~80%台であり飼育試験としては、あまり良好な結果でなく、増重率も全般に小さくなっている。

表1 飼育試験結果

項目	試験開始時		試験終了時		成長段階別組成						飼料量	餌料効率	餌料増重率	個体増重率	増重率	給飼日数	尾歩留	注水量	備考
	尾数	重量	尾数	重量	>80g	30g~80g	30g<	尾数	重量	尾数									
対象区	1	383	5,000	131	336	7,780	232	8	810	76	3,750	252	3,220	236	77.4	55.6	87.7	5,980	飼育日数 155日
	2	362	5,000	138	6,450	226	5	640	70	3,110	211	2,700	132	63.3	29.0	90	(0.02)		
試験区 I	3	333	5,000	150	293	8,310	284	30	3,340	125	3,530	136	1,440	243	88.8	66.2	88.0	12,440	給飼日数 149日
	4	345	5,000	145	7,740	266	15	1,980	59	3,040	217	2,720	204	83.6	54.8	84.3	(0.04)		
試験区 II	5	340	5,000	147	9,290	318	28	3,330	63	3,160	201	2,800	4290	307	116.3	85.8	85.9	19,070	
	6	340	5,000	147	8,750	345	30	3,450	59	2,940	165	2,370	286	134.5	75.2	74.7	(0.07)		

* 20~80gの尾数・重量を示す。

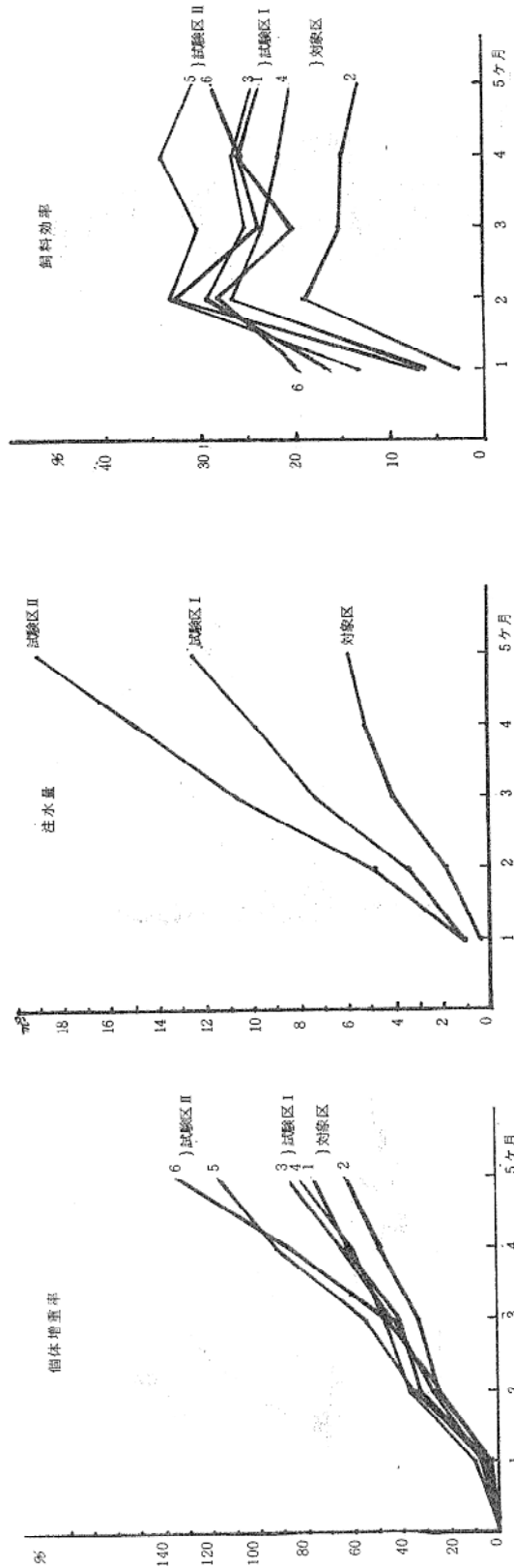


図1 個体増重率、注水量及び飼料効率の推移

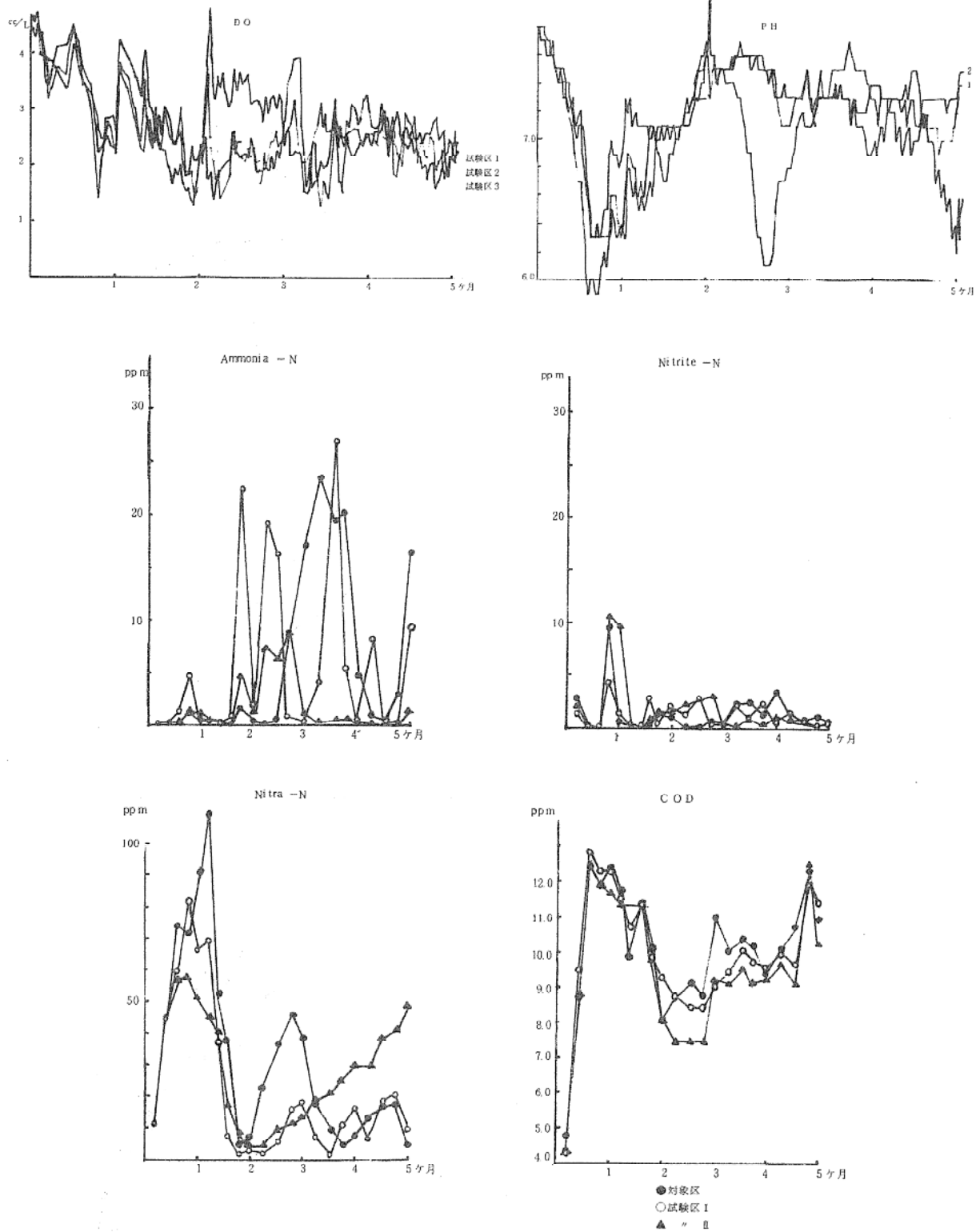


図2 循環過飼育の環境推移

今回の試験は、当初から1試験区5,000g (10kg/m²)と高密度で開始した。

成長は、図1に示すとおりあまり良くなかったが、換水量と成長の関係は、比較的明瞭に出ている。即ち、無換水区<試験区I<試験区IIと換水を多くした方が成長が良好である。しかし、対象区と試験区Iとの差は非常に小さく、飼料効率においては、差はないものと思われる。

換水率が非常に小さい循環濾過飼育においても、ある程度の注水は必要であると云える。環境要因の推移については、図2に示したとおりであるが、アンモニア態-Nは、対象区、試験区Iで、10ppmを大きく上廻った時がかなりあり、その他はあまり大きな差はみとめられなかった。DOは全般に小さく、成長への悪影響がうかがえる。

要するに、循環濾過の場合、濾材の浄化能力をフルに発揮出来るような状態を維持することが必要であり、そのためにある程度の換水が必要であるとともに、酸化分解がスムーズに進行するように、十分な溶存酸素量が必要である。したがって、曝気を充分に行なうことが最も重要であるが、換水量は、うなぎの収容密度、濾過能力等により決定することになる。

ウナギの適正収容密度 - II

瀬古幸郎・深谷昭登司

養鰻用水の有効な利用を図るため、適正な注水量を把握する必要がある。昨年に引き続き、溶存酸素量を基準として、注水量とウナギの成長、飼料効率の関係、また新しく、ウナギ以外の酸素の消費量等を検討し、養鰻用水の適正使用の基礎資料とする。

なお、本試験は、全国湖沼河川養殖研究会養鰻用水利用研究部会の連絡試験として、昨年度の試験の不備の補足、ウナギ以外の酸素消費について検討を加える。

試験方法は、¹⁾昨年度と同じく、ウナギの収容量を一定にして、注水量を変え下記のとおり実施した。

給飼は、20分間の飽食給飼とし、20日間実施した。

環境要因は、水温、DO、PHは毎日、アンモニア、亜硝酸、CODは1週間に1~2回測定した。試験終了後、ウナギを取揚げ、試験と同じに注水を行ない、2時間おきに、水温、DO、PHの24時間観測を実施した。

注水は、空気に触れないように飼育槽水面下に行ない、注水量のチェック、水槽底の

1) 試験期間 昭和53年9月25日~10月16日(22日間)
 2) 供試魚 ニホンウナギ 当才魚 体重10g~20g 平均体重14.8g
 3) 試験池 1.0m² (1.0m×1.0m 水深0.4m)
 4) 試験区

項目区	注水量	注水率	換水率	収容量	尾数
1	ℓ/sec 0.0135	ℓ/sec/ton 3.38	回/h 0.12	kg 4.0	257
2	0.0315	7.88	0.28	4.0	257
③	0.045	11.25	0.41	4.0	288
4	0.1125	28.13	1.04	4.0	276
5	0.225	56.25	2.03	4.0	265

注水率=注水量/収容量×10³
 換水率=1時間当り注水量/池容積 ○印基準区

散逸飼料、排泄物等を毎日サイホンを使用して、水質観測終了後排出した。給飼時間は9時30分～50分まで、水質観測は、14時00分に実施した。以上の試験方法は、連絡試験の実施方法として定められたものである。

各試験区の飼育結果は、表1のとおりである。各試験区の増重量、増重率については、図1、飼育期間中のDO変化、供試魚取揚後の水槽のDOの時間的变化を図2、図3に示した。また、水質観測結果は表2に示したとおりである。

表1 飼育結果

項目 試験区	試験開始時		試験終了時		尾数歩留	増重量	増重率	摂飼率	飼料効率	備考
	尾数	重量	尾数	重量						
1	257	4,000	257	3,820	100%	-180%	-4.5%	0.14%	-%	20日間給飼
2	257	〃	257	4,320	100	320	8.0	0.61	63.0	
3	288	〃	280	4,520	97.3	520	13.0	0.87	70.3	
4	276	〃	274	4,570	99.3	570	14.3	0.90	73.7	
5	265	〃	263	4,220	99.2	220	5.5	0.61	43.7	

表2 用水と飼育水槽排出部の水質 測定値の範囲および平均値 () 平均値

項目 試験区	用水	1	2	3	4	5
水温 °C	20.4～22.1 (21.3)	19.7～22.6 (21.2)	19.9～22.5 (21.3)	19.9～22.5 (21.4)	20.2～22.2 (21.3)	20.2～22.1 (21.3)
P H	7.6～7.7	7.3～7.5	7.4～7.5	7.4～7.5	7.5～7.6	7.6～7.7
DO cc/L	5.57～6.65 (6.09)	0.32～1.63 (0.63)	0.74～2.70 (1.72)	0.75～3.23 (2.37)	2.90～5.20 (4.00)	4.56～5.62 (5.12)
Ammonia - N ppm	0.78～1.09 (0.92)	1.09～2.35 (1.54)	1.05～1.16 (1.09)	1.07～1.79 (1.28)	0.83～1.19 (0.99)	0.79～1.50 (1.00)
Nitrite - N ppm	0.01～0.04 (0.02)	0.03～0.14 (0.08)	0.04～0.12 (0.08)	0.03～0.10 (0.06)	0.03～0.12 (0.07)	0.01～0.06 (0.03)
Nitrate - N ppm	0.07～0.50 (0.19)	0.10～0.61 (0.26)	0.10～0.37 (0.23)	0.09～0.24 (0.17)	0.12～0.34 (0.21)	0.10～0.27 (0.14)
CO ₂ ppm	0.45～1.06 (0.71)	1.15～2.34 (1.59)	0.63～1.99 (1.24)	0.91～1.68 (1.32)	0.51～1.34 (0.78)	0.28～1.18 (0.67)

今回の試験は、昨年度の実験— I と同じ方法で実施したが、注水量を基準区の 5.0 倍の試験区を追加し、さらにウナギ取揚後の DO の消費量を検討した。

注水率と成長の関係は、図 1 に示すように注水率 15 l/sec/ton 付近で横ばい状態となっており、連絡試験に参加した各県水試のデータもほぼ同様の結果となっており、用水の DO を考慮して基準を算出した DO が約 2.5 cc/L の付近と一致している。

したがって、ウナギの成長は、水温 21°C くらいではウナギ 1 トンにつき 15 l/sec の注水量が適正であり、その場合、注水の平均 DO は 6 cc/L で、水槽排水部の DO は、平均 2.5 cc/L となっている。なお、試験区 5 の増重、飼料効率等が不良となっている現象については、判然としない。

供試魚取揚後の DO の時間的变化をみると、注水量の低い区ほど、ウナギ以外の DO 消費影響が大きく、試験区 1 では、注水の DO と比較して最低 1.5 cc/L 、最高 4.0 cc/L の差がある。その他の試験区では、差は 1 cc/L 内外である。

以上、DO を中心に適正な容量を求めるには、排水部の DO が 2.5 cc/L 以下にならないように注水しなければならないが、止水式養殖の場合、人工的な曝気、植物性プランクトンの光合成による DO の供給、アンモニア態-N の存在（水の汚れ）などを考慮して、さらに検討を必要とする。

- 1) 愛知県水産試験場 昭和 52 年度業務報告 ウナギの適正収容密度 1978
 2) 養鰻研究協議会 養鰻用水利用研究部会連絡試験資料 1979

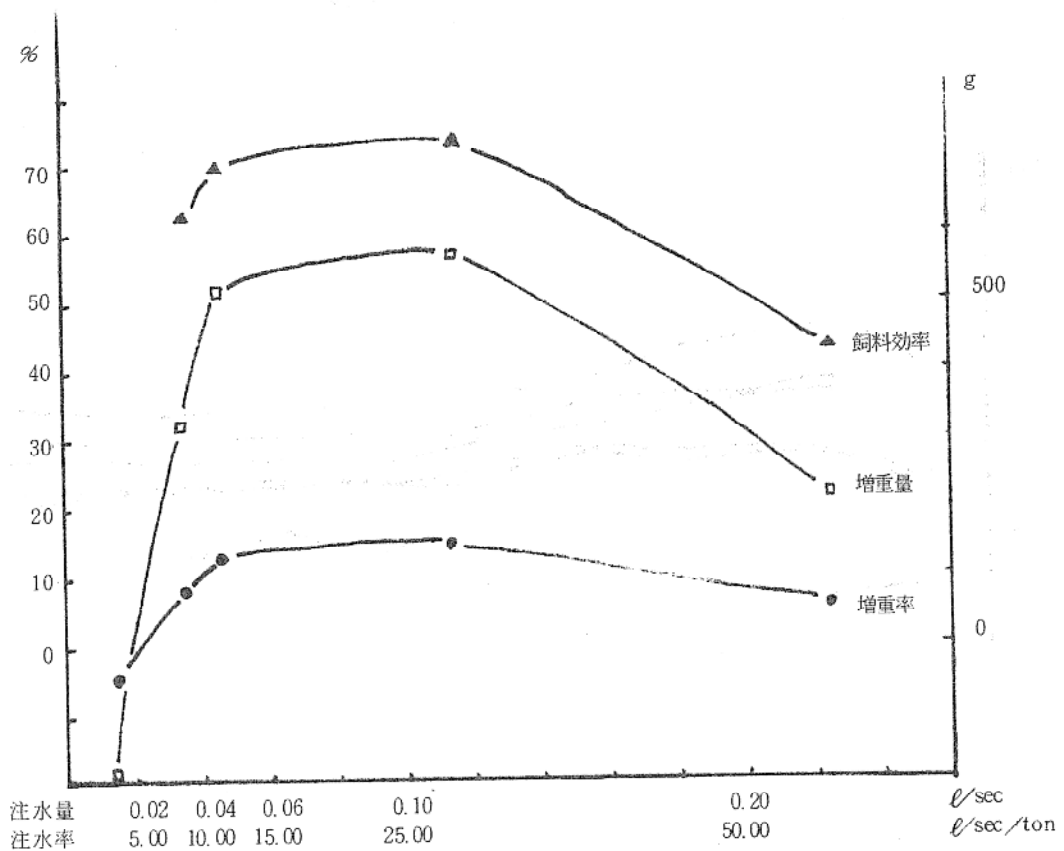


図 1 注水率と増重率、飼料効果の関係

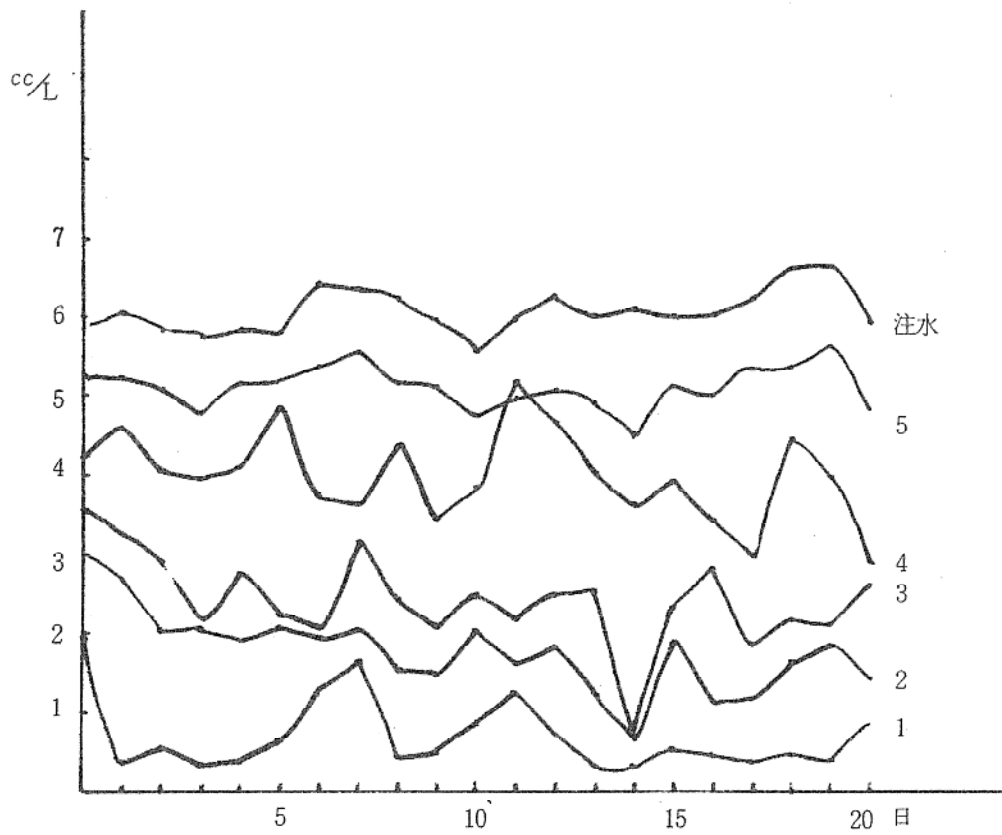


図2 飼育期間中のDOの変化

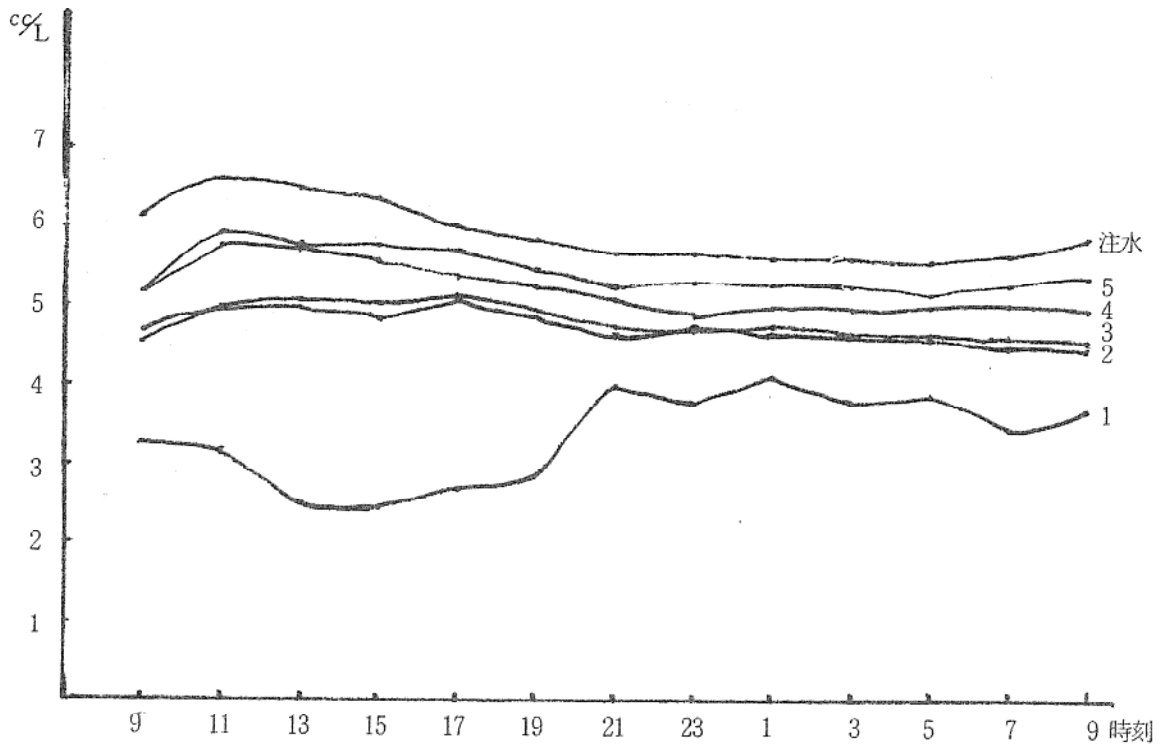


図3 供試魚取揚後のDOの時間的变化