

(2) ウナギ養殖技術試験

水質改良剤としての炭酸カルシウムの添加効果

田中建二・中川武芳

目 的

ウナギ養殖池で用いられている主な水質、底質改良剤のうち、広く用いられているのが、炭酸カルシウム、いわゆる“炭カル”である。この炭酸カルシウムに期待される効果は、飼育水のpH上昇であるが、ウナギ養殖業界では、亜硝酸中毒の防止を目的として使用している場合が見受けられる。

そこで、これらの効果を確認するため、野外試験と室内実験を行った。

材料および方法

1 ウナギ養殖池の水質に及ぼす炭酸カルシウムの添加効果

平成4年4月9日午前5時30分から4月11日午前5時30分までの2日間について、表1に示した。一色町内、1業者の2池について調査した。

炭酸カルシウムは、A、B両池とも4月9日の午前10時30分にそれぞれ3kg投入した。

表1 試験池の概要

項 目	A池	B池
シラス池入れ日	平成3年12月12日	
選 別	5回	5回
池 面 積(坪)	110	170
水 深(m)	0.6	0.6
水 車	1馬力×4台	1馬力×5台
沈 澱 槽	無し	無し
排 水	側面	中央
CaCO ₃ 添加日	平成4年4月9日	
CaCO ₃ 添加量	3kg	3kg
調査時平均体重(g)	約50	約50
調査時全重量(kg)	780	1,150

水質は、pHと無機三態窒素について調べた。pHの測定は、コーニング社製M-617形pHメーターを用い、試験期間中の4時間ごとに合計12回行った。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素および硝酸態窒素は、炭酸カルシウム添加1時間前から試験終了時までの合計7回採水して、それぞれ、インドフェノール法、JIS K0102 43.1.1およびJIS K0102 43.2.4に従い分析した。

2 亜硝酸塩および炭酸カルシウムの急性毒性試験

供試魚は、平成4年3月12日と4月14日にシラス購入後、内水面分場で飼育した平均体重0.62±0.28gのニホンウナギを実験前に脱塩素した水道水中で2日間絶食させて用いた。亜硝酸塩としては、試薬特級亜硝酸ナトリウムを用いた。実験は、2ℓ容量のガラスビーカーに蒸留水を1.5ℓ入れ、亜硝酸態窒素濃度で0(対照区)、30, 80, 220および600mg/ℓの濃度段階になるように亜硝酸ナトリウムを加えたものを2組用意し、各々に供試魚を20尾ずつ入れて、水温を25℃に設定したインキュベーター中で十分通気して行った。実験開始後は、ウナギの状態を観察するとともに、24時間後の生残率を調べ、Probit法により半致死濃度(TL₅₀)を計算した。また、この期間の飼育水のpHと亜硝酸濃度は、前述と同様の方法により測定した。

炭酸カルシウムの急性毒性試験は、容量2ℓのガラスビーカーに、1.5ℓの蒸留水を入れ、炭酸カルシウムを0(対照区)、10, 31.6, 100および316mg/ℓ相当量になるように加

えた中に、前述と同じ経歴の平均体重 0.91 ± 0.35 g の日本ウナギを各20尾ずつ入れて、 25°C のインキュベーター中で十分通気して行った。実験開始後は、ウナギの状態を観察するとともに、24時間後の生残率を調べた。また、水質は、pHを前述の方法により測定した。

3 亜硝酸中毒に対する炭酸カルシウムの投与効果

1.5 l の蒸留水を入れた 2 l 容量のガラスビーカーに亜硝酸態窒素濃度が 220 mg/l になるように試薬特級の亜硝酸ナトリウムを溶解させ、さらに、炭酸カルシウムを 0, 10, 31.6 および 100 mg/l 相当量加え、亜硝酸ナトリウム、炭酸カルシウムのいずれも加えていないものを対照区とし、各々 2 組用意した。これらの水槽中に前述と同じ経歴の平均体重 0.77 ± 0.33 g のニホンウナギを20尾ずつ入れ、 25°C のインキュベーター中で十分通気して行い、ウナギの状態を観察するとともに、24時間後の生残率について調べた。また、この期間中の pH と亜硝酸態窒素濃度については、前述と同様の方法で測定した。

結 果

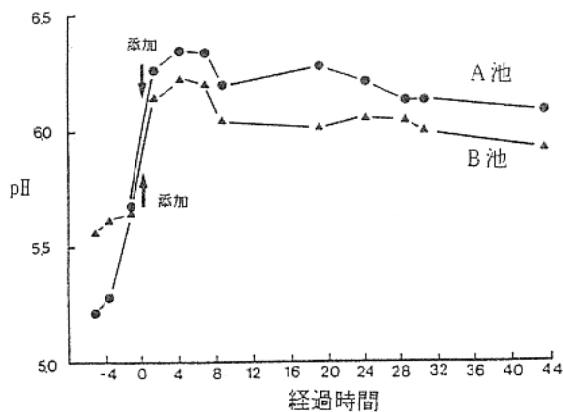


図1 pHの変化

1 ウナギ養殖池の水質に及ぼす炭酸カルシウムの添加効果

A, B 両池とも、3月下旬から摂餌が悪くなり、水質は、pHが低下するとともに亜硝酸態窒素が増加して亜硝酸中毒が懸念されていた。

実際のウナギ養殖池で用いられる炭酸カルシウムの量は、飼育池面積 100 坪当たり $2 \sim 40 \text{ kg}$ といわれており、これは、平均水深を約 60 cm と仮定すると、約 $10 \sim 200 \text{ mg/l}$ 相当量添加していることになる。調査池の添加量は、A, B それぞれ、 14 mg/l , 9 mg/l 相当量であるから、比較的少ない量といえる。pHの変化を図1に示した。A, B 両池とも、炭酸カルシウム添加前に $\text{pH } 5.21 \sim 5.68$ であったものが、添加後 $\text{pH } 6.15 \sim 6.26$ 付近まで急激に上昇し、その後もほぼ $\text{pH } 6.0$ 付近で安定的に推移した。無機三態窒素の変化を図2から図4へ示した。アンモニア態窒素は、A池に比べB池の方が全般的に多かった。いずれも添加4時間までほぼ横ばいか、やや上昇した後に低下し、再び増加傾向を示している。亜硝酸態窒素は、炭酸カルシウム添加直後にほとんど変化はなく、24時間後から徐々に低下していた。硝酸態窒素は、A池では添加後いったん増加しているのに対し、B池では、添加後減少するなど、一定した傾向はみられなかったが、24時間後からはいずれも増加傾向にあった。

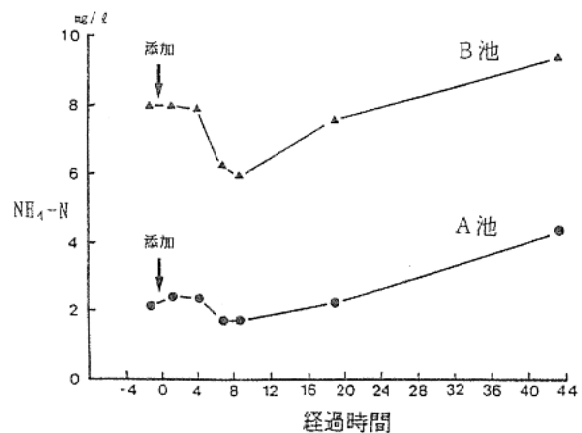


図2 NO₂-Nの変化

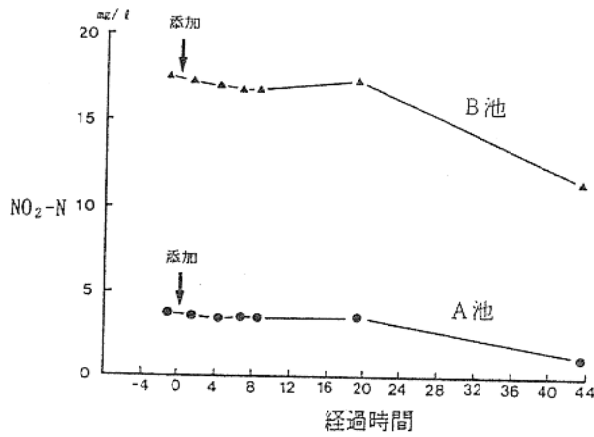


図3 NH₄-Nの変化

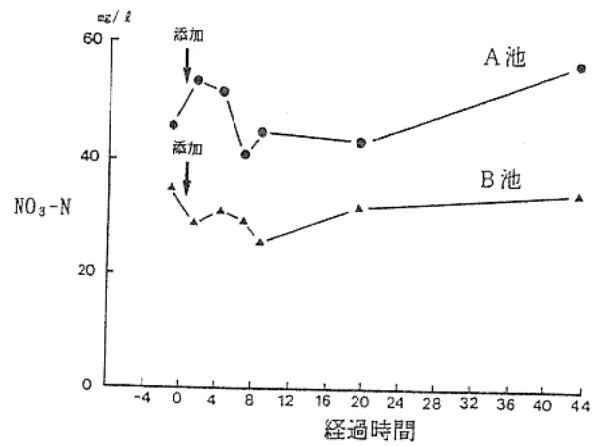


図4 NO₃-Nの変化

表2 亜硝酸ナトリウム投与後の水質

試験区		pH	NO ₂ -N (mg/l)
区	NO ₂ -N設定濃度 (mg/l)	範囲	平均値 (範囲)
1	0	5.83~6.06	1.02 (1.00~ 1.05)
	30	7.05~7.39	36.21 (35.44~ 37.75)
	80	7.08~7.32	31.38 (74.77~ 84.85)
	220	7.04~7.39	234.35 (227.50~238.64)
	600	7.30~7.49	595.18 (580.63~609.73)
2	0	6.09~6.24	0.78 (0.72~ 0.89)
	30	7.07~7.42	33.52 (32.27~ 35.72)
	80	6.95~7.25	79.15 (74.46~ 87.68)
	220	6.93~7.33	215.01 (195.00~234.91)
	600	7.01~7.04	597.74 (575.69~619.78)

表3 亜硝酸ナトリウム投与後24時間の生残率

試験区	1		2	全体
NO ₂ -N設定濃度 (mg/l)	尾数 (%)	尾数 (%)	尾数 (%)	尾数 (%)
0	20 (100.0)	20 (100.0)	20 (100.0)	40 (100.0)
30	20 (100.0)	20 (100.0)	20 (100.0)	40 (100.0)
80	20 (100.0)	19 (95.0)	39 (97.5)	
220	10 (50.0)	5 (25.0)	15 (37.5)	
600	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	

表4 炭酸カルシウムの影響 (投与後のpH及び24時間の生残率)

試験区	pH	生残
CaCO ₃ 使用濃度 (mg/l)	範囲	尾数 (%)
0.0	5.88~6.58	20 (100.0)
10.0	6.92~7.38	20 (100.0)
31.6	6.78~7.44	20 (100.0)
100.0	6.82~7.34	20 (100.0)
316.0	6.76~7.50	20 (100.0)

2 亜硝酸塩の急性毒性試験

試験区ごとの水質を表2に示した。亜硝酸ナトリウムを添加した区のpHは、加水分解により対照区よりも高くなった。また、亜硝酸態窒素量は、各区とも24時間の範囲で比較的安定していた。

亜硝酸ナトリウムを添加した区のウナギは、いずれも激しく泳ぎ回り、特に600mg/l添加区では、実験開始約1時間後からわずかの

衝撃にも過敏に反応するようになった。そして、約2時間後から横転し始めるものが現れ、4時間後には1組が5尾、他の1組が6尾へい死した。

亜硝酸ナトリウム溶液中での24時間後の生残率を表3に示した。また、これらの値から計算した平均体重0.62±0.28gの日本ウナギの水温25±1℃における24時間 TL_mは、175mg/lであった。

炭酸カルシウムの添加効果を表4に示した。炭酸カルシウムの添加によりpHは上昇するが、炭酸カルシウムの溶解度は低いため、ビーカーの底に沈澱しているのが観察された。特に、添加量の多い区では、約1時間後から、炭酸カルシウムとウナギの粘液により形成されたと思われる白くて細かい繊維状のものが、通気により舞い上がっているのが観察された。しかし、いずれの区もウナギは元気で炭酸カルシウムの毒性は認められなかった。

3 亜硝酸中毒に対する炭酸カルシウムの投与効果

試験区ごとの水質を表5に示した。対照区を除き、亜硝酸ナトリウムと炭酸カルシウムの影響で、pHが上昇していた。亜硝酸態窒素濃度は、炭酸カルシウムの添加量に関係無く、ほぼ一定であった。24時間の生残率を表6に示した。炭酸カルシウムを添加していない区では、平均の生残率が60%であったのに対し、10 mg/l、31.6 mg/l および 100 mg/l の添加区でそれぞれ、95%、100%および100%となっていることから、炭酸カルシウム添加による亜硝酸中毒の防止効果が認められた。

表5 亜硝酸ナトリウムと炭酸カルシウム投与後の水質

区	試験区	pH	NO ₂ -N (mg/l)
	CaCO ₃ 使用濃度 (mg/l)	範囲	平均値 (範囲)
1	対照区	5.84~6.36	0.60 (0.58~ 0.63)
	0.0	7.06~7.15	237.88 (229.33~243.52)
	10.0	7.34~7.72	233.95 (218.43~251.27)
	31.6	7.01~7.77	221.35 (217.56~224.64)
	100.0	7.08~7.22	222.50 (217.56~226.17)
2	対照区	6.30~6.56	0.64 (0.30~ 0.86)
	0.0	7.10~7.49	226.08 (210.95~233.62)
	10.0	7.16~7.34	223.32 (218.12~230.76)
	31.6	7.10~7.32	211.38 (199.04~221.00)
	100.0	6.93~7.33	213.56 (206.21~224.72)

(対照区を除いたNO₂-Nの設定濃度：220mg/l)

表6 炭酸カルシウムの投与効果 (投与後24時間の生残率)

試験区	1	2	全体
CaCO ₃ 使用濃度 (mg/l)	尾数 (%)	尾数 (%)	尾数 (%)
対照区	20 (100.0)	20 (100.0)	40 (100.0)
0.0	16 (80.0)	8 (40.0)	24 (60.0)
10.0	19 (95.0)	19 (95.0)	38 (95.0)
31.6	20 (100.0)	20 (100.0)	40 (100.0)
100.0	20 (100.0)	20 (100.0)	40 (100.0)

(対照区を除いたNO₂-Nの設定濃度：220mg/l)

4 考 察

炭酸カルシウムは水に難溶で、24℃における溶解度は、14～15 mg/l であるから、多量に添加してもそのほとんどが池の底に沈澱してしまい、二酸化炭素の存在下で、炭酸水素カルシウムとして徐々に溶解していくことになる。今回の結果から、炭酸カルシウムの投入量は坪当たり 3 kg 程度で pH 上昇の効果が期待でき、添加後再び pH が下がる場合も、pH を確認しながら何回かに分けて添加するのが適当と思われた。

A, B 両池は、炭酸カルシウム投入後にウナギの摂餌がよくなり、アンモニア態窒素量が 24 時間後から徐々に増加した。一方、亜硝酸態窒素濃度は、24 時間後から徐々に減少しているが、これは、硝酸態窒素濃度が増加していることから考えて、炭酸カルシウムの効果ではなく、細菌による硝化が順調に進んだ結果によるものと考えられた。

ウナギに対する硝酸中毒については、平均体重 3.6 ± 1.3 g のニホンウナギの水温 25 ± 1 °C における 24 時間 TL_m が、460 mg/l であると報告されている¹⁾。今回の試験結果では、供試魚の平均体重が 0.62 ± 0.28 g と小さく、24 時間 TL_m は、175 mg/l という値になった。ニホンウナギの亜硝酸に対する抵抗力はアユを始めとした他の魚種に比べかなり高く、慢性的な影響を考慮した安全濃度も 10 mg/l 程度とされている。

すでに述べたように、炭酸カルシウムの溶解度は低いですが、実際の養殖池で使用されている濃度を参考にして炭酸カルシウムの 24 時間処理の急性毒性について試験を行った結果、ウナギには特に異常は認められなかったことから、炭酸カルシウムは比較的安全であるものと考えられた。

一般に薬物の毒性は、pH に影響されることが多い。また、養殖現場では pH が低い場合に亜硝酸中毒が発生しているのではないかと考えられる場合がある。このため、炭酸カルシウム添加により pH を上げて亜硝酸の毒性を低下させるか、直接亜硝酸濃度を下げようとしているように見受けられる。しかし、野外試験と室内実験のいずれにおいても、炭酸カルシウムの添加により亜硝酸態窒素濃度は変化しなかった。また、室内実験の結果では、亜硝酸ナトリウムは加水分解により pH が上昇するため、炭酸カルシウム添加に伴う pH 上昇が亜硝酸の毒性に影響を及ぼしているとは考えにくく、亜硝酸中毒の防止効果があったのは、アユの亜硝酸中毒に関する報告²⁾から推察して、カルシウムの効果が考えられた。

亜硝酸の急性毒性試験では、ナトリウム塩が用いられている。このため、加水分解により pH が上がるため、低い pH での毒性については検討できない。実際のウナギ養殖池では、硝酸態窒素濃度の上昇にともない pH が下がることが知られているので、今後は硝酸との関係を始めとして、低い pH 領域における毒性について検討する必要があるだろう。

さらに、カルシウムの効果についても、炭酸カルシウムの代わりに塩化カルシウムを添加するなどして確認する必要があるものと考えられた。

参考文献

- 1) 山形陽一・丹羽 誠：亜硝酸のウナギに対する毒性について、水産増殖，27(1)，5～11，(1979)。
- 2) 岩井寿夫・伊藤 隆・田村憲二：アユのふ化仔魚に対する亜硝酸塩の毒性および飼育水の塩分濃度について、三重大学水産学部研究報告，1，43～51，(1974)。

底質改良剤のニホンウナギに対する安全性試験

中川武芳・宮川宗記・田中健二

目 的

現在のウナギ養殖は加温ハウス方式が主流であり、高密度での飼育が行われており養殖池内の沈澱物量は多く、日常的にその除去が行われているが、養殖場付近の水路での汚泥堆積物が問題になり始めており、河川や海洋への影響が問題になる可能性があるため、効率的な排水の浄化方法の開発が望まれている。そこで環境浄化、底質改善を目的に開発されたM社製生菌剤（以後生菌剤と記す）を用いウナギに対する安全性と有効性を知るために餌料に混合して給餌試験を行った。

方 法

生菌剤のウナギに対する有効性と安全性の検討。

供試魚には、当水試でシラスウナギから飼育した健康な日本ウナギ稚魚（クロコ）を用いた。水量 400 ℓ の 3 水槽に、平均体重 0.84 g の稚魚を 300 g ずつ放養し、十分に摂餌できるようになるまでの 10 日間を馴致期間とした。馴致期間中は、3 水槽の排水部を連結し、エアリフトで飼育水を交互に送る方法で、水質が均一になるように努めた。馴致後 50 日間を試験期間とした。生菌剤の添加率は、配合餌料の乾燥重量に対し、通常の 0.1 %（以後 0.1 % 区と記す）及び安全性を確認するために 10 倍量の 1.0 %（以後 1.0 % 区と記す）とし、配合餌料のみの対象区を設定した。約 1 週間分の配合飼料に生菌剤の各規定量を十分に混合し、冷蔵庫に保存して適宜使用した。各配合飼料に水 200 % と フィードオイル 5 % を加え朝夕 2 回、20 分の飽食給餌とした。

飼育水温は 29℃ に設定した。換水率は各池

の水質への影響を考慮し 3 区とも一定にした。馴致後 29 日間は 12.5 % / 日、30 日後から終了時までは 7.5 % / 日とした。また約 1 週間間隔で飼育水の水質分析を行い、水温、pH、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、COD を測定した。試験終了時には、各水槽の壁面や底面の付着物や沈澱物を観察するとともに各試験区から 50 尾の魚体測定を行った。

結果および考察

1 底質改善と環境浄化に対する有効性。

各試験区の水質を図 1 に示した。NH₄-N、NO₃-N は摂餌量の増加にともない増加したが NO₂-N は馴致中にいったん急増したが、その後は低下し、低レベルで安定していた。COD は試験開始 30 日後まで 3 区とも同様に推移したが、その後は摂餌量が増加した両試験区とも急増し、45 日後には各々 33.0、33.5 mg/l となり対照区より高い値を示した。試験終了時に、水槽内の付着物や沈澱物の状況を観察したが試験区、対照区との間に大差はなかったが水槽壁面の付着物は 1.0 % 区が少なかった。

2 安全性の検討

平均給餌量は図 2 に示した。飼育成績は表 1 に示した。馴致期間中も含め、2 カ月の飼育を行ったが、各試験区とも期間中に斃死はなく、供試魚には異常は認められなかった。

放養時に平均体重が 0.84 g であった稚魚が終了時には 0.1 % 区で平均 8.5 g まで成長したのに対し、通常飼育の対照区では平均 7.7 g に過ぎなかった。このことは、試験開始後 30 日目以降の両試験区での摂餌量の増加に起因す

るものと思われた。したがって、期間中の総給餌量は、2,742gとなり、その飼料効率は69.5%となったのに対し、0.1%、1.0%区では、各々摂餌量は3,452：3,320gと多く、飼料効率は75.0、93.8%と比較的高率であった。

生菌剤を添加した両区の成長が対照区より良好であった理由については、本剤の嗜好性と関連があるかどうかは不明である。また、

排水浄化の有効性についても、今回の試験からは明らかにできなかった。何れにしても通常の添加量の10倍量添加した1.0%区で供試した稚魚の成長に異常は認められなかったことから、この試験においては生菌剤を餌料に添加しても成長には問題はないものと考えられた。

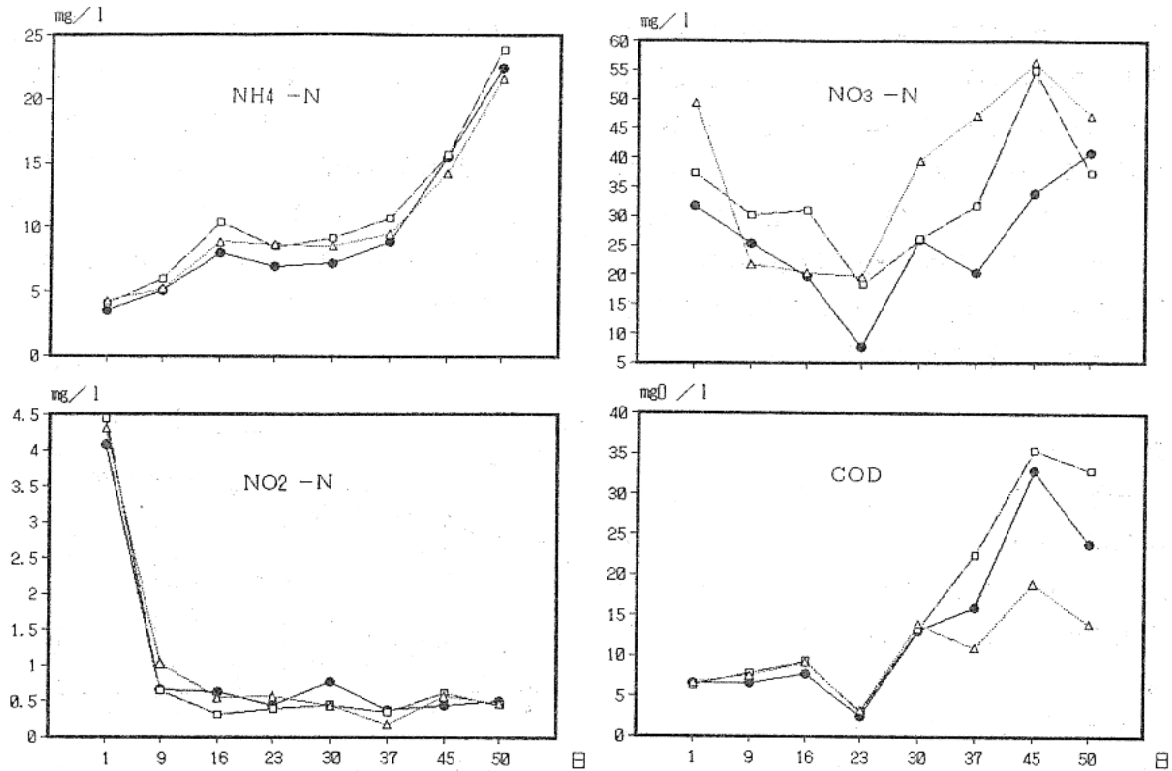


図1 試験区別水質

●：0.1%区，□：1.0%区，△：対照区

表1 飼育成績

	0.1%区	1.0%区	対照区
飼育期間	1992. 5. 1 ~ 6. 30		
観察期間	1992. 5. 1 ~ 5. 11		
試験期間	1992. 5. 12 ~ 6. 30(50日間)		
放養時	重量(g) 300	300	300
平均体重(g)	0.84(0.5~1.5)*		
終了時	重量(g) 3,020	3,570	2,300
平均体重(g)	(3.3~19.1) (3.3~17.7) (3.1~16.9)		
摂餌量(g)	3,452	3,320	2,742
増重量(g)	173	166	137
増重量(g)	2,720	3,270	2,000
飼料効率(%)	75.0	93.8	69.5
日間成長率(%)	4.54	4.88	3.99
へい死尾数(尾)	0	0	0

* : n = 50

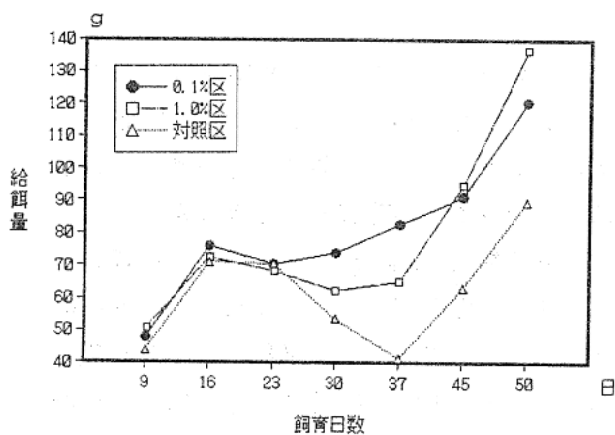


図2 試験区別給餌量

●：0.1%区，□：1.0%区，△：対照区

ウナギ用配合飼料使用状況調査

竹内喜夫・宮川宗記

目 的

イトミミズに代わる人工餌付用餌料の普及により、養殖ウナギはシラスの池入れから出荷まで配合飼料による飼育が行われるようになった。また、原材料においても発売当初と比較すると変化が起きていることが知られている。このように多種多様な配合飼料の現状を把握して、今後の養殖技術指導の基礎資料とするため、愛知県養鰻業の中心地である一色地区を対象に実態調査を行った。

方 法

一色うなぎ漁業協同組合の協力を得て、昭和61年から平成3年までの当地区における養殖ウナギの生産量、配合飼料の使用量および平成3年に使用された商品の種類について調査を行った。

併せて各飼料製造会社には、配合割合、原材料、保証成分量についてアンケート調査を行った。

結果および考察

当地区における養殖ウナギの生産量と配合飼料の使用量について図1に示した。平成3年では概算でその生産量9千トンに対し使用量は1万6千トンとなった。また、各年のシラスウナギ池入量を調べることにより、飼料転換効率と増肉係数を算出したが、この値は病害等による歩留りを考慮していないため、実際の値と比べ飼料効率では低く、増肉係数では高くなっていると考えられる。

昭和63年には、約2千トン（総使用量の13%）の浮餌が使用されている。池全体に餌が広がるため成育差を抑えられる、調餌の労力

を省くことができる、等の目的で使用された。しかし、翌年には140トン（総使用量の1%）に激減している。これは発売当初、脂肪含量の少なかったことが問題になったのに加え、餌離れを起こし易くなる。池全体に広がることで残餌処理を困難にする、等の問題も生じたことによると思われる。現在では高脂肪含量の商品も市販されているが、当地区においては普及するに至っていない。

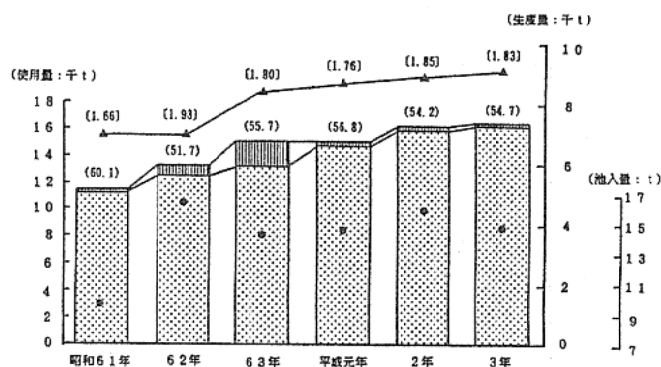


図1 配合飼料の使用量と養殖ウナギの生産量 (昭和61年～平成3年, 一色うなぎ漁協資料)

■：浮餌 ▲：生産量 []は増肉係数
 □：練餌 ●：池入量 ()は飼料転換効率 (%)

人工餌付用餌料（以下、初期餌料と略す）としらす用配合飼料については図2に示した。当地区においては、初期餌料は昭和62年から普及し始めた。初期餌料の普及に伴い、しらす用配合飼料は昭和62年から使用量が減少している。初期餌料が使用され始めた当初にはイトミミズに代わる人工餌料ということで、餌付けの初期段階に使用されていたが、その普及に伴い、給餌対象の期間が長くなっていることが関与していると考えられる。

平成3年に使用された配合飼料の種類を表

1に示した。初期餌料は、昭和61年には2社からしか市販されていなかったが、平成3年では、8社から市販される16の商品が使用されている。また、この8社の内、6社が2種類以上の初期餌料を市販しているが、これはシラス池入れ後に与えるものと、しらす用配合飼料への切換えを行う時期に与えるものとに分けているためである。このように初期餌料の中においても成育段階に合わせた飼料を選択することが可能となっている。

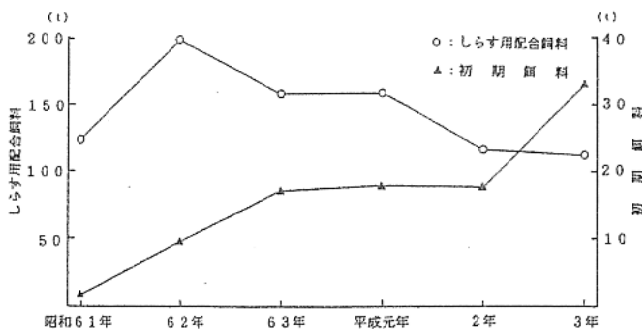


図2 初期餌料及び、しらす用配合飼料の年別使用量

育成用配合飼料においては括弧内にブラウンミールを主に使用している製品の数を示した。育成用配合飼料64種の内、48種がブラウンミールを主に使用している。ホワイトミールの代替原材料として使用されるようになったブラウンミールであるが、現在ではブラウンミールを使用した商品が多くなっている。

各成育段階別に使用量の多い商品を表2に示した。育成用配合飼料においては64種の商品が使用されているが、ここに挙げた15種によって全使用量の77.8%を占めている。この15種類の中でブラウンミールの普及を見てみると、15種類の商品がブラウンミールを主に使用している。現在では動物質性飼料の原材料としてブラウンミールが主に使用されていることが、ここでも認められる。

原材料の変化は、このホワイトミールからブラウンミールへの移行に限らず、他にも起こっている。しらす用、くろこ用、育成用の成育段階別に配合割合、保証成分比、原材料

表1 一色地区で使用されている配合飼料商品数(平成3年)

	初期餌料	しらす用	育成用	浮 餌	合 計
日本農産工業	3	2	5 (3)	1	11
日 清 飼 料	2	1	10 (6)	2	15
日本配合飼料	2	2	9 (8)	7	20
大 洋 飼 料	1	2	4 (3)	—	7
伊 藤 忠 飼 料	3	1	6 (4)	—	10
中 部 飼 料	2	1	4 (4)	2	9
清 水 港 飼 料	—	1	3 (3)	—	4
富 士 製 粉	—	2	6 (5)	—	8
昭 和 産 業	—	2	4 (3)	2	8
協 同 飼 料	2	1	2 (2)	—	5
農 業 協 同 組 合	—	1	4 (2)	—	5
中 部 水 産	1	1	5 (5)	—	7
イ ー ス タ ー	—	—	1 (1)	—	1
フ ァ イ ン フ ー ズ	—	—	1 (1)	—	1
合 計	16	17	64 (48)	14	111

※ ()内の数字は動物質性飼料としてブラウンミールを主に使用している商品数

初期	餌料		しらす用配合飼料		くろこ用配合飼料		育成用配合飼料			
	使用量(t)	使用率%	使用量(t)	使用率%	使用量(t)	使用率%	使用量(t)	使用率%		
日清飼料 イトメイ イトメイ イトメイ	12.4 3.3 9.1	33.2 8.8 24.4	日本配合飼料 しらすS しらす餌付	34.5 17.7 16.8	日本配合飼料 くろこ たね	27.2 17.0 10.2	17.6 11.0 6.6	中部水産 太用E 太用	3,303 1,690 1,461	20.4 10.5 9.0
日本配合飼料 P-ONE SH P-ONE SS	8.7 6.7 2.0	23.3 18.0 5.4	日清飼料 シラスアルファ90	19.6	日本農産工業 くろこ	23.9	15.5	日本配合飼料 ピュア ハイグロ ファイントップ	2,606 909 738 527	16.1 5.6 4.6 3.3
伊藤忠飼料 スタートA スタートB プレスタート	3.8 1.9 1.8 0.1	10.2 5.1 4.8 0.3	日本農産工業 しらすスーパー しらす餌付用キング	18.2 6.1 12.1	大洋飼料 くろこ用	22.6	14.6	日本農産 パワーデラックス ハイパワー ロイヤルフィード	2,139 1,512 294 246	13.2 9.4 1.8 1.5
中部飼料 ネオファースト ファースト	3.8 0.7 3.1	10.2 1.9 8.3	伊藤忠飼料 しらす餌付用	16.0	日清飼料 くろこ90	20.4	13.2	日清飼料 成魚用ダッシュ ニューゴールド	2,021 1,017 616	12.5 6.3 3.8
日本農産工業 イトミン イトミンH1 イトルスター	2.4 1.0 0.04 1.4	6.4 2.7 0.1 3.8	富士製粉 餌付用 餌付用2号	14.8 3.4 11.5	富士製粉 くろこ用	14.0	9.1	大洋飼料 ライト	1,060 948	6.6 5.9
合計	31.1	83.4	合計	113.2	合計	120.1	77.7	中部飼料 フレッシュ90	959 899	5.9 5.6
全使用量	37.3		全使用量	132.0	全使用料	154.6		富士製粉 F-2	951 575	5.9 3.6
								協同飼料 うなぎ育成	623 611	3.9 3.8
								農協 養中用R	610 536	3.8 3.3
								合計	12,580	77.8
								全使用量	16,168	

表2 主要商品の使用状況（平成3年，一色地区）

について図3に示した。

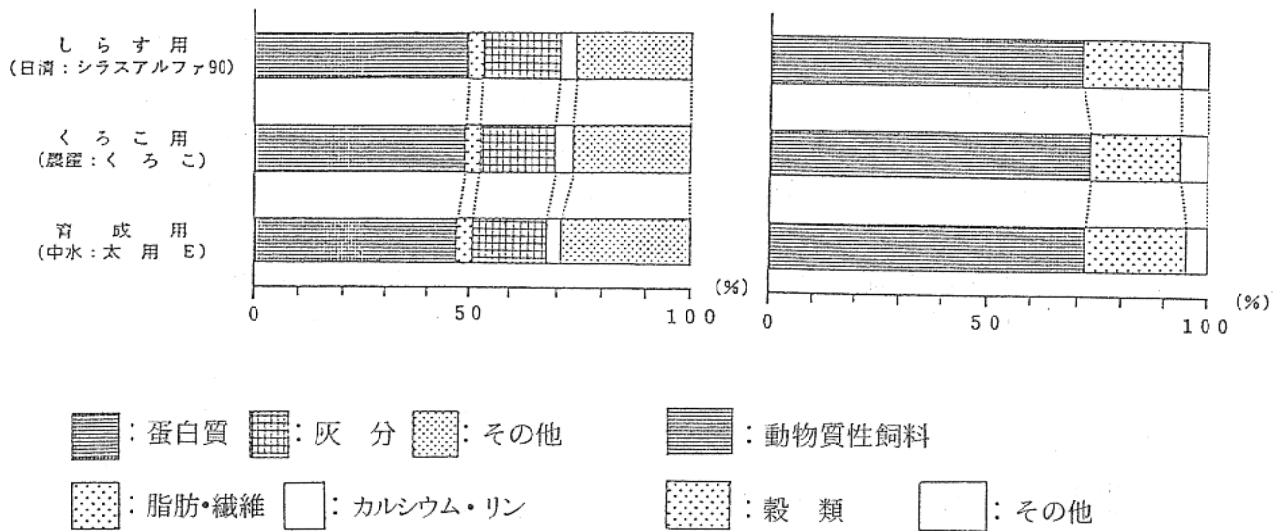
摂餌時の散逸を防ぐため粘結剤としてα化デンプンが使用されているが、この原材料には従来ばれいしょが用いられていた。このばれいしょの代替原材料として、キャッサバがくろこ用、育成用配合飼料に使用されるようになってきた。原材料費の低減を目的として今後キャッサバの使用は増加する可能性もある。

しらす用配合飼料においても原材料の変化が起こっている。イトミミズが餌付に使用されていた頃には、配合飼料への切換段階時にイトミミズを磨砕したものと、しらす用配合飼料とを混合して給餌することによって、餌

の切換えを行った。この時、イトミミズに含まれるアミラーゼ等の分解酵素による、配合飼料の液状化を防ぐため、小麦グルテン、グアガム等が粘結剤として使用されていた。しかし、現在では初期餌料の普及により、イトミミズと混合されることが少なくなったためそれらの粘結剤の配合割合は少なくなっている。

今後とも飼料転換効率の向上、原材料費の低減等を目的として、さらに原材料が変化していくことが予想されるので、今回の調査結果を基礎資料として、これからもその動向には注意を払うことが必要であると思われる。

図3 保証成分比と配合割合および原材料



	動物質性飼料	穀類	その他
しらす用	ホワイトミール イカミール・オキアミ粉末・カゼイン	ばれいしょ	小麦グルテン・飼料用酵母・乳酸菌・酪酸菌・卵黄粉末・グアガム・動物性油脂・糖化菌・魚肝内蔵エキス
くろこ用	ホワイトミール・オキアミ粉末・ブラウンミール・カゼイン	ばれいしょ キャッサバ パン粉	飼料用酵母・リン酸カルシウム・魚肝末・小麦グルテン・動物性油脂・炭酸カルシウム・大豆油かす・グアガム
育成用	ブラウンミール オキアミ粉末 ホワイトミール	ばれいしょ キャッサバ パン粉	飼料用酵母・リン酸カルシウム・魚肝末・食塩・動物性油脂・炭酸カルシウム 大豆油かす

ウナギの変形発生状況調査Ⅱ

立木宏幸・竹内喜夫・中川武芳

目 的

ウナギの脊椎骨異常(変形)は、近年発生が多い傾向にあるが、その原因や発生時期については不明である。そこで、原因究明の手掛かりを得るため、飼育魚を経時的に観察して変形魚の発生状況について調査した。

方 法

西三河地区の2業者各2魚群の合計4魚群を調査対象魚群(表1)として、シラスウナギ池入れから出荷までの飼育経過とともに毎月変形魚の発生状況を調査した。変形魚の確認は、各飼育池から約100尾を取揚げ、麻酔した後に各個体の外観を肉眼的に観察する方法で行い、うち20尾については成長を把握するため、全長および体重を測定した。また、これらの調査対象魚群の出荷時には変形魚の発生率、屈曲形態およびその程度について調査した。

表1 調査対象魚群の概要

業者	調査魚群	池入れ時期	昇温期間 ¹⁾	昇温温度 ²⁾
A	中型魚 小型魚	91. 12. 13	5日	28.5℃
B	大型魚 中型魚	91. 12. 11	5日	29.0℃

- 1) 飼育池設定水温へ上昇させるに要した日数
- 2) 飼育池設定水温

結 果

(1) 飼育過程における発生状況調査

Aでは毎月1回程度の選別を行い、飼育4～5ヶ月後には最終的な養成池に収容した。また、Bでは毎月2回程度の選別を繰り返し、4ヶ月後には最終的な養成池に収容しており、両業者とも平均的な選別、飼育管理方法であった。各調査対象魚群の成長と変形の発生状況を

図1に示した。各魚群とも飼育経過にともない変形魚が観察され、その発生状況は、

- ①シラスウナギ期の「尾曲り」
- ②養成初期(3～4ヶ月後)の「尾曲り」
- ③養成後期(5～6ヶ月後)の「背曲り」

の3つに大別され、成長時期により変形の形態に違いが認められた。

(2) 出荷段階における発生状況調査

Aの調査対象魚群では、両魚群とも順調な成長を続け、出荷段階での変形発生率は中型魚群で5.97%、小型魚群で8.58%と、両魚群ともに高い発生率となった。一方、Bでは飼育期間後半において疾病によるへい死が発生し、成長が大きく遅れた大型魚群の発生率は0.5%であったのに対し、比較的順調に成長した中型魚群のそれは4.0%と高くなった。

Aの出荷段階における変形魚の分類と程度を表2に示した。両調査対象魚群とも6～8%程度の高い変形発生率があり、先に出荷された中型魚群では変形魚の殆どにあたる89.4%が「背曲り」であった。これに対して、次に出荷された小型魚群ではその過半数の65.0%が「尾曲り」であり、成長群によって変形魚の形態に相異が認められた。

考 察

飼育過程における経時的な調査により、まずシラスウナギ期に「尾曲り」が観察されたが、その後数ヶ月間は変形魚が認められないことから、これは採捕から池入れの期間における何らかの物理的要因により発生したと考えられた。飼育3～4ヶ月後から再び変形魚が認められるようになるが、成長段階によりその形態に違いがみられることから、変形魚の発

生およびその形態は飼育過程における飼育魚の成長段階および成長速度等に関係があると推察された。今回の調査対象魚群では、飼育池の水質に大きな変化はなく特に通常の飼育

管理と異なる要因は認められず、成長期の栄養や他の環境要因などが複雑に関与している可能性があると思われた。

表 2 出荷魚の変形の種類と程度(業者A)

魚群	発生率 (%)	調査尾数 (尾)	変形魚の内訳 (%)								混合*3
			背曲り*1				尾曲り*2				
			+	++	+++*4	計	+	++	+++*4	計	
中型魚群	5.97	424	27.8	40.8	20.8	89.4	2.1	4.3	0.7	7.1	3.5
小型魚群	8.58	200	2.5	12.5	11.0	26.0	5.5	37.0	22.5	65.0	9.0

* 1 「背曲り」：腹椎骨の屈曲

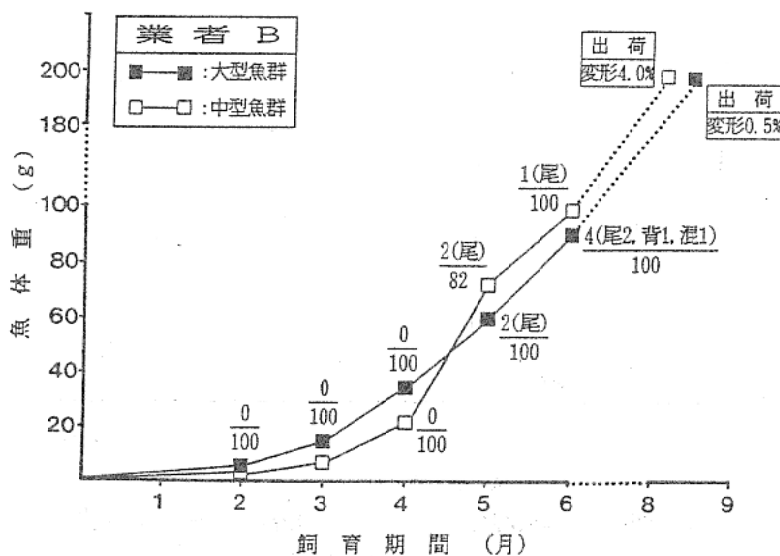
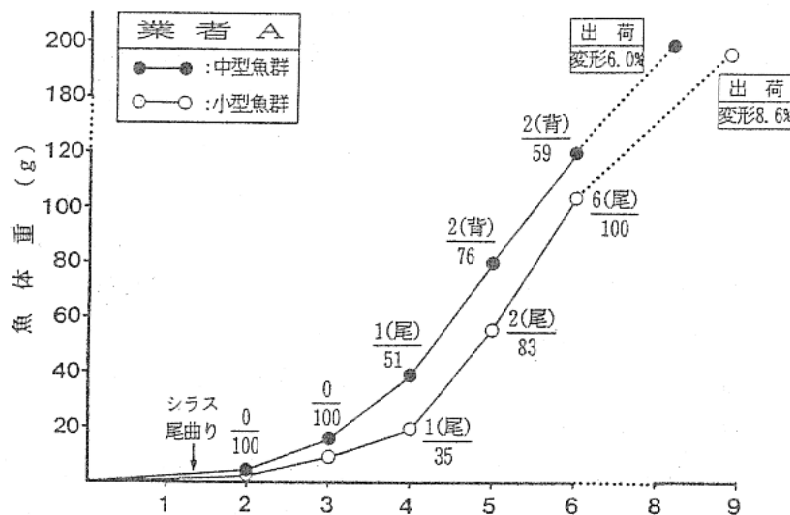
* 2 「尾曲り」：尾椎骨の屈曲

* 3 「混合」：腹椎骨及び尾椎骨の屈曲

* 4 変形の程度 +:わずかに屈曲が認められる

++:明らかに屈曲が観察される

+++ :顕著な屈曲が観察される



変形魚尾数
調査尾数
背:背曲り
尾:尾曲り
混:両屈曲混在

図 1 調査対象魚群の成長と変形発生状況