

活魚輸送技術研究——Ⅳ

アンモニア態窒素の蓄積及び除去に関する試験※

中 賢 治 ・ 岩 崎 治 臣

ま え が き

活魚輸送の水槽中には各種の排泄物が蓄積され、それらの物質がなんらかの形で輸送中の魚体に有害となり、単位水量当りの輸送量を制限していると思われる。

これら各種の排泄物による直接、間接の害を無くする一つの方法として、水の循環濾過がある。循環濾過の方法は、研究用に養魚に広く実用されており、佐伯¹⁾、江草²⁾等多くの研究がある。佐伯(1958)は短期飼育を可能とする条件として、魚貝が比較的大量に代謝する物質(溶存酸素、炭酸ガス、アンモニア、有機物)の量の変動をなくすることで、通気が十分の場合アンモニアを指標することが出来るとしている。又、アンモニアの直接的害も、川本(1959)³⁾、1965)⁴⁾に述べられている。実際の輸送中における、これらの影響を知るためコアユ輸送中に起る排泄物の蓄積を $\text{NH}_4\text{-N}$ を主に測定し、その除去の方法としてイオン交換樹脂を使用し、その効果を室内で試験した。

本研究を行なうに当って、多くの有益な助言を与えて下さった日本大学教授理学博士川本信之、東京水産大学教授稲葉伝三郎、両氏に深く謝意を表します。

※ 本研究は水産庁指定試験「活魚輸送技術研究」として行なったもので、1966年2月水産庁における「活魚輸送技術研究」最終報告会において発表したものに加筆頂正したものである。

実 験 材 料

1 供 試 魚

コアユ (*Plecoglossus altivelis* Tets), 滋賀県彦根市犬上川で魚獲され現地で蓄養したものを当場平田試験場 (湧水 13.9 ~ 16.8 °C) に輸送し蓄養したものである。

2 使用したイオン交換樹脂

I. R. C — 50

I. R — 120

使用前に 6 NHCL に浸し, これを蒸留水でくり返し洗滌し, 蒸留水中に一昼夜放置したものを使用した。

3 測 定 法

水 温 棒状水銀温度計, 自記水温計を併用

溶 存 酸 素 ウィンクラ法

NH₄ — N ネスラー法で発色したものを分光光度計 (425 mμ) で測定

遊離炭酸ガス P.P 酸度より総酸度を求めこれより遊離炭酸ガスを算出

pH ガラス電極 PH メーター

4 実 験 装 置

10 l の下口試験瓶 (実験—I), 18.5 l 円筒型水槽 (実験 II, III) を使用し, 水温の調節は大型木製 (76 cm × 120 × 82) の水槽中に試薬瓶を設置して行なった。

実 験 方 法

供試魚は試験前 3 日間餌止めをした。第 3 日目は本場水道水 (びわ湖よりの揚水をろ過した水) を平田蓄養池の水温に合わせた水中に蓄養し, 実験水温の 10 °C まで約 4.30 ~ 5 時間で馴致させ, その後実験終了まで 10 °C 標準に保った。

前記試薬瓶, 円筒型水槽に 10 l の水を入れ, コアユを入れ, エアーストーンを使用して通気を行なった。採水はサイフォンで行なった。

イオン交換樹脂は, プランクトンネットの GG 50 (48.5 メッシュ) で作った袋に, 50 cc 入れて水中に吊し, 樹脂を 100 cc 使用する場合は 50 cc の袋を 2 ケ水中に吊した。

結 果 及 び 考 察

結果は次のとおりであった。

NH₄—N の蓄積試験 表 1, 表 2 (実験 I)

NH₄—N の蓄積と樹脂使用による除去試験 表 3 (実験 II) 表 4 (実験 III)

1) $\text{NH}_4\text{-N}$ の蓄積

実験の範囲では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の蓄積は、収容密度による影響はあまりないと云える。その蓄積はほぼ直線に近い状態で増加（図-1）するようである。その増加量を、3回の実験の4時間毎の増加量の平均から求めると1.38 mg （魚体100 g ・1時間当り）となる。各実験の24時間経過後のコアユの状態は、実験Ⅰでは活発に遊泳、実験Ⅱでは、対照区、樹脂区共活発で、両区の間には、はっきりした遊泳状態の違いは分らなかった。実験Ⅲの対照区、樹脂区共、かなり元気であった。時々水面近くを泳ぐのを観察したが、軽い狂奔であるのか、収容量が多いためなのかは不明である。

排泄物による魚体への影響は24時間内では、現在近距離輸送時に相当する密度（実験Ⅲ）においてもコアユを衰弱又は致死させる程のものは認められなかった。実験Ⅰにおいて実験開始より約10日後に、2つの水槽に各3匹の死、その他生残アユも異常な状態であることを認めた。この時の $\text{NH}_4\text{-N}$ の量が26, 31 ppmであった。魚の動きからみて、排泄物が何かの形で有害になっていることが分るが、無給餌日数が通算13日間にもなるのではっきりと排泄物のみによる影響とは云いがたい。

2) $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去

次にアンモニアを除去する目的で、一般に使用されているイオン交換樹脂の内からLR120, I. R. C 50の2つを試みた。I. R 120は川本(1959⁹)に効果がのべられており、I. R. C は、I. R 120よりも交換容量の大きいもので、同系の樹脂として、まずこの2つを取りあげてみた。

除去の能力は、I. R 120がI. R. C 50よりもすぐれている。

実験Ⅲ（表-4）の例では、I. R 120を100 cc 水中に吊した場合、4時間毎の測定で、実験開始後4～24時間の間2.10～2.88 mg/l の範囲であり、対照区の蓄積量と比してその効果は大であると云える。

$\text{NH}_4\text{-N}$ 除去に使用する資材、輸送時間、輸送量等の問題は今後に残される。しかし、これもアンモニアが有害となりうる場合に解決しなければならない問題である。

3) PH

図2に示した、実験Ⅰ・ⅡではPH 7～8の範囲で大きな変化はなかった。実験ⅣのLR120使用区で、実験開始4時間後より低下し、24時間後にPH 6.20となった。PH低下の原因は、はっきりしないが、樹脂によって水の緩衝能が低下し、そのため CO_2 等の影響があるのではないかとと思われる。トリス緩衝液の使用が、しないものより長く生存する⁹例がある。通常活魚輸送ではPHは低下するが、PHの上昇はアンモニアの害を増すので CO_2 と共にPHの変動防止についても考慮する余地がある。

4) CO_2

本測定法は水中の CO_2 の厳密な測定法ではないので、多少の誤差はあると思われるので概略についてのべると、 CO_2 の蓄積は果積的增加はみられなかった。実験水槽は上面が開放である

ので、エアレーションによって空气中へ放出されたのであろう。

摘 要

コアコ輸送中に起る排池物の蓄積を $\text{NH}_4\text{-N}$ を中心として測定し、その除去を試みた。

1. $\text{NH}_4\text{-N}$ の蓄積は、1時間・魚体100g当り1.38mgであった。
2. イオン交換樹脂 I. R 120 と I. R. C 50 の2つの内では、I. R 120 が $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去に効果があった。
3. 遊離炭酸ガスは曝気を行なうことで除去の効果があると思われる。

実験 - I $\text{NH}_4 - \text{N}$ の蓄積

表 1

6/VII

経過時間	水温	$\text{NH}_2 - \text{N}$	pH	D. O	CO_2	B.W100g当りの蓄積量	備 考
収容前 0	℃ 10.2	mg/l 0.07	7.56	CC/l 7.58	mg/l 1.80	mg —	収容量 201.2g(50尾)/10l 50尾平均 T. L 8.7cm B. W 4.0g 通 気 air/min 340cc
2	10.4	0.52	7.50	—	2.07	2.58	
4	9.8	0.87	7.60	—	2.16	4.32	
6	9.9	1.17	7.51	—	2.55	5.82	
8	9.8	1.68	7.60	—	2.20	8.35	
10	10.0	2.54	7.35	—	2.99	12.62	
12	9.9	2.78	7.45	—	2.46	13.81	
18	10.0	3.68	7.73	—	1.98	18.29	
20	10.0	3.92	7.70	—	1.85	19.48	
22	10.1	6.35	7.64	—	2.20	31.56	
24	10.0	6.70	7.61	6.93	4.00	33.30	
48	9.8	—	7.80	—	1.98		
244 ^h 40 ^m	9.7	26.00	7.88	6.47	6.03	3匹死 4匹苦悶, 他のアユも活動にふし	
262 ^h 20 ^m	10.0	30.00	7.93	5.66	2.38	6匹死 他のアユも苦悶するもの多し	
309	10.0	43.00	7.70	7.76	3.52	17匹死 他のアユ苦悶中, 8匹水底横臥	

実験 - I $\text{NH}_4\text{-N}$ の蓄積

表 2

6/VII

経過時間	水温	$\text{NH}_4\text{-N}$	PH	D. O	CO_2	B. W100g当りの蓄積量	備 考
收容前 0	℃ 10.2	mg/l 0.09	7.94	cc/l 7.64	mg/l 1.85	mg —	収容量 195.0g(49尾)/10l 49尾平均 T. L 8.6cm B. W 4.0g 通 気 air/min 367cc
2	10.4	0.52	7.50	—	2.11	2.67	
4	9.9	1.08	7.49	—	2.07	5.53	
6	9.9	1.65	7.40	—	3.04	8.46	
8	9.9	2.07	7.59	—	2.24	10.61	
10	10.0	2.74	7.35	—	2.73	14.05	
12	9.9	3.06	7.34	—	2.24	15.69	
18	10.0	3.56	7.72	—	2.16	18.25	
20	10.0	3.84	7.70	—	1.94	19.69	
22	10.1	4.35	7.73	—	2.07	22.31	
24	10.0	5.20	7.70	6.85	1.94	26.66	
28	9.8	—	7.84	—	2.16		
244 ^h 40 ^m	10.2	31.00	7.79	5.83	6.42	3匹死 5匹苦悶, 他のアユも活動にふし	
262 ^h 20 ^m	9.8	33.00	7.74	8.48	2.60	4匹死 他の魚も苦悶	
309	10.1	46.00	7.80	7.32	3.74	13匹死 他の魚苦悶中 9~11尾水底横臥	

実験 - I $\text{NH}_4\text{-N}$ の蓄積と樹脂使用による除去

表 3

9/VII

	経過時間	水温	$\text{NH}_4\text{-N}$	pH	D. O	CO_2	B. W 100 ♂ 当りの 蓄 積 量	備 考
対 照	魚収容 直 後	℃ 9. 6	mg/l 0. 52	7. 33	cc/l 4. 39	mg/l 4. 18	mg 0. 16	325.4♂(80尾)/10ℓ
	4	9. 8	2. 85	7. 30	4. 86	4. 93	8. 76	80尾平均
	8	10. 1	4. 60	7. 20	—	5. 02	14. 14	T. L 9.3cm
	12	10. 0	5. 60	7. 40	5. 46	3. 93	17. 21	B. W 4.1♂
	16	10. 1	6. 60	7. 61	—	2. 95	20. 28	355 cc air/min
	20	10. 1	7. 60	7. 55	—	3. 12	23. 36	
	24	10. 0	10. 00	7. 52	5. 65	3. 08	30. 73	
I ・ R ・ C 50	魚収容 直 後	9. 6	0. 67	7. 24	3. 75	5. 24	0. 21	317.0♂(80尾)/10ℓ
	4	9. 8	3. 16	7. 30	4. 74	3. 96	9. 97	80尾平均
	8	10. 1	5. 00	7. 30	—	3. 05	15. 77	T. L 9.1cm
	12	10. 0	5. 00	7. 35	6. 42	2. 38	15. 77	B. W 4.0♂
	16	10. 0	6. 00	7. 51	—	5. 10	18. 93	380 cc air/min
	20	10. 1	5. 60	7. 30	—	3. 04	17. 67	
	24	10. 0	5. 40	7. 24	6. 06	3. 12	17. 03	
I ・ R 120	魚収容 直 後	9. 6	0. 80	7. 26	4. 23	4. 36	0. 25	322.2♂(80尾)/10ℓ
	4	9. 8	1. 82	7. 14	3. 48	5. 41	5. 65	80尾平均
	8	10. 1	2. 00	7. 09	—	4. 00	6. 21	T. L 9.3cm
	12	10. 0	3. 20	7. 20	5. 79	2. 73	9. 94	B. W 4.0♂
	16	10. 0	3. 20	7. 40	—	2. 95	9. 94	555 cc air/min
	20	10. 1	5. 00	7. 38	—	2. 86	15. 52	
	24	10. 0	4. 40	7. 30	5. 62	2. 77	13. 66	

実験 - II $\text{NH}_4 - \text{N}$ の蓄積と樹脂使用による除去

表 4

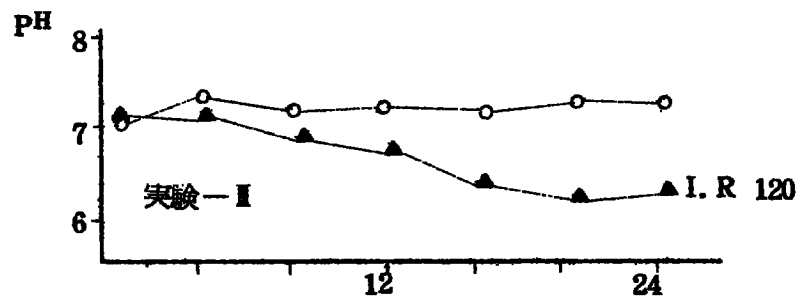
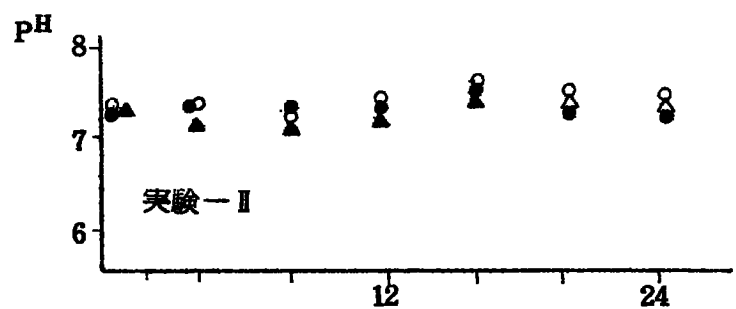
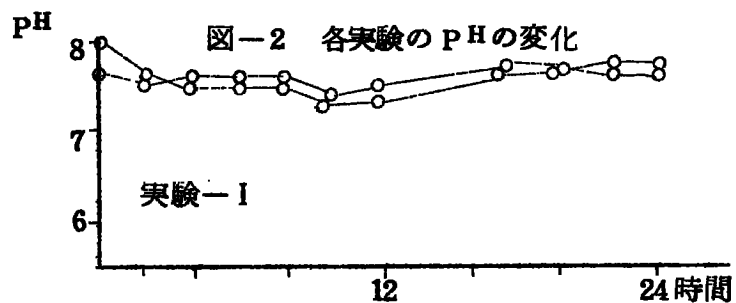
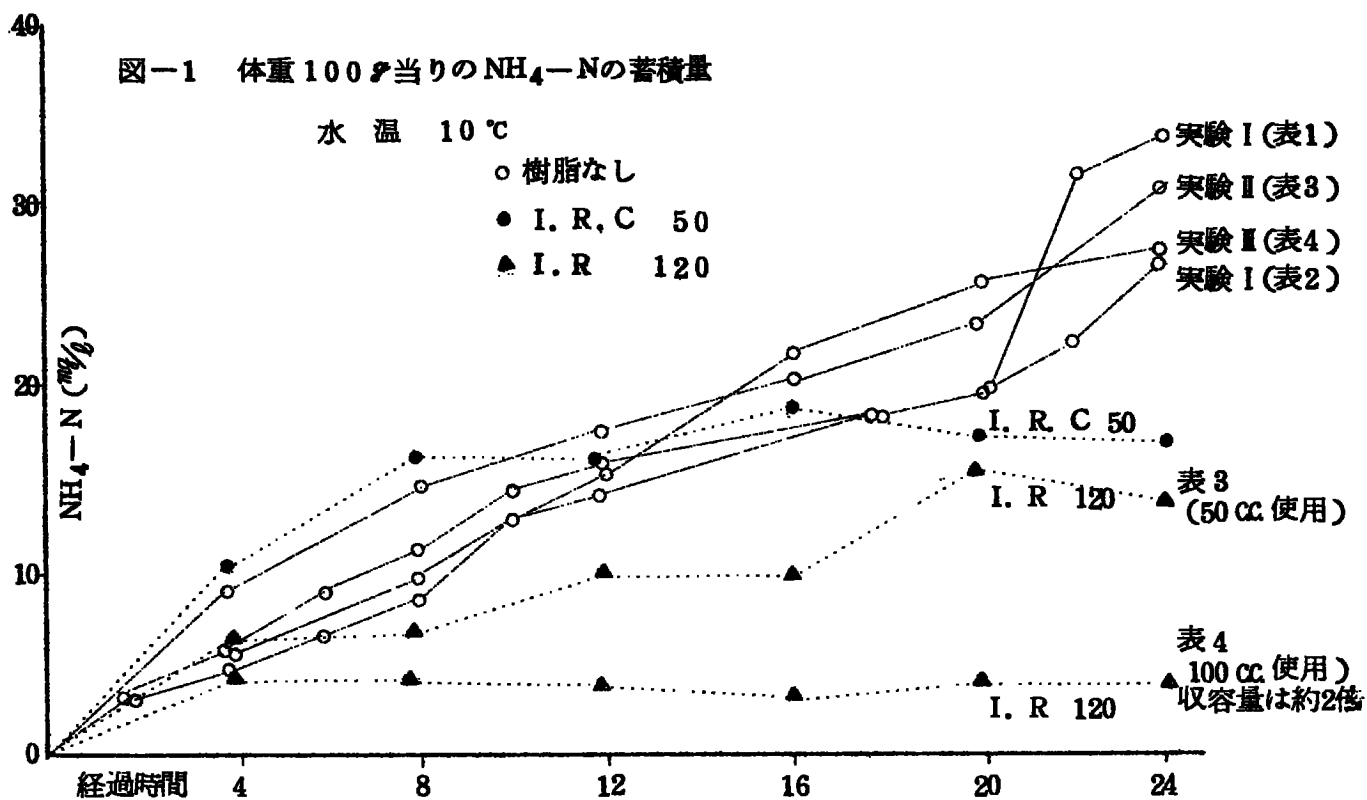
20/VII

対 照

経過時間	水温	$\text{NH}_4 - \text{N}$	pH	D. O	CO_2	B. W 100 ♂当りの 蓄積量	備 考
魚收容 直 後	10.0 °C	0.35 mg/l	6.99	2.29 cc/l	3.96 mg/l	0.53 mg	収容量 660♂ (160尾)/10ℓ 20尾平均 T. L 9.1 cm B. W 3.8♂ 通 気 380 cc air/min
4	9.7	3.43	7.21	6.18	5.76	5.20	
8	10.3	6.06	7.09		4.97	9.18	
12	9.8	10.20	7.10	3.82	5.72	15.45	
16	9.0	14.20	7.09		3.70	21.52	
20	9.0	16.80	7.19		6.69	25.45	
24	10.0	17.40	7.19	3.94	7.35	26.36	

I. R. 120 100cc使用

経過時間	水温	$\text{NH}_4 - \text{N}$	pH	D. O	CO_2	B. W 100 ♂当りの 蓄積量	備 考
魚收容 直 後	10.0 °C	0.18 mg/l	7.00	2.84 cc/l	4.40 mg/l	0.28 mg	収容量 650♂ (160尾)/10ℓ 20尾平均 T. L 9.3 cm B. W 4.0♂ 350 cc air/min
4	9.7	2.60	7.09	5.32	5.46	4.00	
8	10.4	2.88	6.80		4.75	4.43	
12	9.8	2.55	6.67	4.81	6.03	3.92	
16	9.0	2.10	6.35		2.73	3.23	
20	9.0	2.60	6.20		5.15	4.00	
24	10.0	2.60	6.20	2.80	6.25	4.00	



文 献

- 1) 佐伯有常 : 魚介類の循環濾過式飼育法の研究, 基礎理論と装置設計基準, 日本水産学会誌 23 (11), P. P 684 ~ 695, 1958
- 2) 江草周三 : 実験用小循環飼育槽の工夫, 水産増殖臨時号 1, P. P 3 ~ 12, 1962
- 3) 川本信之 : 魚類生理生態学, 水産学会全集 13, 恒生社厚生閣, P. P 78 ~ 85, 160 ~ 168, 1959
- 4) —————・外 : 養魚学, 水産学全集 22, 恒生社厚生閣, P. P 76 ~ 84, 105 ~ 124, 1962