

高密度 뱀장어 養殖水槽의 疾病對策

田 世 圭
釜山水產大學 養殖學科

Fish Diseases and Their Control in High Density Culture of Eel

Seh Kyu CHUN

Department of Aquaculture, National Fisheries University Pusan
Namgu, Pusan, 608 Korea

The main purpose of the present study is to evaluate a revolving plate type biofilter system for mass culture of eel (*Anguilla japonica*) based on the experimental rearing for 120 days (Oct. 1982—Feb. 1983). Water quality changes, growth efficiency of fish and fish disease treatment were critically evaluated.

A revolving plate type biofilter system was designed (Fig. 1). The system consisted of a glass tank (150 l), a revolving plate biofilter and a settling tank (150 l). The biofilter consisted of 60 submerged quadriangular plates (28×37 cm) and 30 revolving plates (32 cm diameter) for a total of 19.0 m² of surface area. The revolving plates were made to rotate 10 time per minute. The total water volume of the rearing system were 300 l, and everyday 1/3 of the total water volume were changed with freshly prepared water.

In the rearing system a total of 2 kg of eel (1,500 individuals, mean weight: 1.3 g) were reared fed on the pellet feed and the dough feed. The growth efficiency were much better for the pellet feed (FC: 1.79) compared to the dough feed (FC: 3.56).

During the experimental rearing water quality control was satisfactory. Total ammonia concentrations were 0.38-0.59 ppm and nitrite concentration were 0.83-1.19 ppm. On the other hand alkalinity decreased from 176ppm just after the water change to 17ppm just before the water change. The low alkaline condition was compensated by the regular change of water.

Epidemics of parasitic gill-flukes (*Pseudodactylogylus* sp.) was observed, and they were easily eliminated by the treatment of DDVP (1.0 ppm). *Trichodina* sp. and *Costia* sp. were observed, and they were also controlled by the treatment of potassium permanganate (4.0 ppm).

緒 論

魚類를 高密度로 養殖하는 方案으로, 少量의 地下水를 使用하여 大量의 魚類를 生産하기 위하여 循環 浸漬濾過淨化槽가 利用되어 왔다. 이와 같은 方法으로 魚類를 養殖하게 되면 濾過材料 사이에 有害한 汚泥가 고여서 물의 過過를 막을 뿐만 아니라, 그 汚泥가 腐敗되므로 암모니아나 亜鹽酸量이 急増되어

魚類가 죽거나, 病들게 된다.

金(1980), Broussard and Simco(1976) 등은 이와 같은 濾過槽인 경우 疾病이 發生되었을 때 약품을 살포하여도 쉬 구제되지 않는다고 하였다. 田等(1978)은 그 理由로서 약품을 살포하여도 많은 量의 汚泥에 吸着되어 一定한 時間 藥품의 濃度가 유지되지 못하기 때문에 전혀 치료되지 않을 때가 많다고 하였다.

魚類를 高密度로 飼育하기 위하여 循環濾過淨化法을 考案한 例로서는 Andrew *et al* (1971), Andrew and Mural(1972), Burrows and Combs(1968), Scott and Gillespie (1972), Lewis and Buynak (1976) 등 많은 報告가 있다. 이 들 飼育水의 淨化方法은 모두 若干缺의 缺點 때문에 問題가 있는데 이 點을 改善하여 보다 効率的인 魚病治療를 위하여 濾過循를 考案하였다. 이 方法은 生物膜에 의한 飼育水의 淨化作用으로서 汚泥나 汚物이 고이지 않는 回轉圓板式 循環濾過槽이다. 여기에서 鰻장어를 飼育한 結果 再使用되는 飼育水의 淨化作用이 優秀하였으며, 鰻장어의 成長도 良好하였다. 또한 치료 효과도 뛰어났다.

어 飼育하면서 每 30日마다 魚體重, 飼育効率, 水質 調査와 寄生蟲驅除試驗을 실시하였다. 이 實驗에 使用된 鰻장어 치어는 1982年 10月 15日 金海 渚산에 있는 有鮮養殖場에서 구입한 것으로 82年 4月에 採捕한 실뱀장어로 成長이 가장 不良한 것이다. 水溫은 外氣의 變動에 따라 심하게 變動되었으므로 20~28°C의 범위가 되었다.

A水槽에는 무지개사료를 乾燥固型飼料로 하여 直徑 1~1.5 mm 되는 顆粒을 서서히 투여하였다. 82년 10월 15일부터 12월 13일(1~2期)까지는 鰻장어 體重量의 3%를 투여하였으나, 먹이량이 殘留하였으므로 12월 13일부터 2월 12일(3,4期)까지는 2%를 투여하였다.

材料 및 方法

1. 飼育水槽 및 循環濾過槽

飼育水槽는 45×90×45 cm 크기의 유리水槽이며, 같은 크기의 유리水槽를 1個 附着시켜 濾過槽로 使用하였다.

濾過槽內에는 四角波板(28×37cm)을 1 cm 간격으로 60장을 수직으로 配列 固定하여 表面積이 12.432 m²(0.28×0.37×60×2) 되도록 하였다. 그 上段에 스질폴 圓板(直徑 32 cm를 1 cm 간격으로 30장 수직으로 連結 固定하여 表面積 4.823 m²(0.16×0.16×3.14×30×2) 되도록 하였다. 이 圓板을 3/1 水中에 잠기도록 濾過槽에 設置하였다. 飼育水槽와 濾過水槽의 內表面積이 3.64 m²가 되는 生物膜이 形成될 수 있는 總面積은 約 20.895 m²가 된다.

2. 물의 循環

飼育水槽의 물을 40 w 循環펌프로 回轉圓板에 撤水시키니 1分間에 10回回轉하였다. 이 물은 濾過槽下邊에 있는 波板을 通過하여 다시 飼育水槽에 還元되는 裝置이다. 飼育水槽와 濾過水槽의 물을 合하면 300 l가 된다. 1時間에 3,100 l 양수할 수 있는 이 펌프는 24時間에 飼育水를 248回나 순환시켰다.

3. 鰻장어 飼育

飼育水槽와 濾過槽가 한 組가 된 A,B水槽에 각각 2 kg(平均 1.3g, 1500미)의 鰻장어 치어를 넣

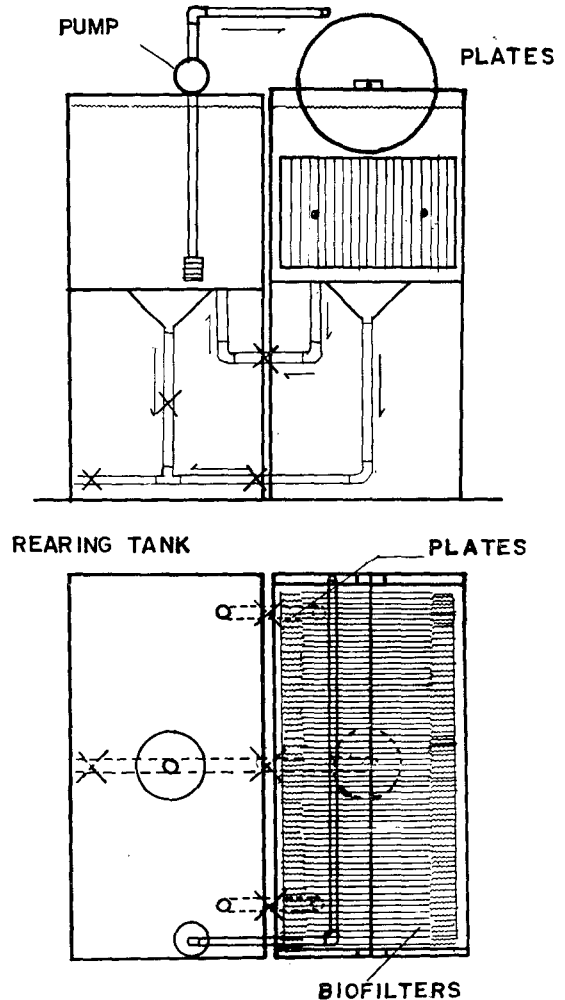


Fig.1. Design of a system used to evaluate a revolving plate type biofilter for use in eel culture.

B水槽에는 무기개 사료(혹자용)를 물로써 반죽을 만들어 투여하였다. 그 비율은 A水槽와 같이 투여하였다.

4. 水質調査

水質變化를 알기 위하여 총암모니아 態窒素(NH₃-N+NH₄-N), 亞硝酸態窒素(NO₂-N)는 M. C. R. Wpct, A. Z. G. Aphc. M. J. T. Awwa 1981. Stand Methods 15th Ed.에 의했으며, 알칼리酸(Alkalinity)는 물의 分析(第5板) 1981에 의하였다. 溶存酸素는 YSI Model 57, Dissolved Oxygen Meter를 使用하여 測定하였다.

結 果

뱀장어를 飼育하는 水槽 A, B는 다같이 回轉圓板 循環濾過裝置가 부착되어 있으며, 總水量은 300ℓ가 된다.

이들 A, B 水槽의 뱀장어를 30日 間隔으로 나누어 정리하고, 그 結果를 Table. 1과 2에 나타냈었다. 1982年 10月 15日부터 1982年 2月 12日까지의 20日間을 30日 間隔으로 4期로 區分하였다.

1. A水槽의 結果

第1期(10월 15일~11월 13일)의 30일간 中 첫 4일간은 실지렁이의 생사료를 투여하고 그 후부터는 1~1.5 mm의 固型飼料를 투여하였다. 그러나 그 중에는 먹이를 먹지 않은 數가 相當數있었다. 5~6일이 지나니 대부분의 뱀장어가 먹이場으로 모여 들었으며, 水面에 浮上한 먹이를 잘 먹었다. 底面에 가라앉은 먹이는 먹지 않았다. 따라서 長時間에 걸쳐 먹이를 少量씩 투여하였다. 이 기간의 平均水溫은 26.1°C로 유지시켰고, pH도 7.1에서 7.2 범위로 유지되었다. 2kg의 뱀장어가 30일만에 3.1kg으로 성장되었으며 그간 투여된 먹이량은 1,800g였으므로 飼料效率은 1.63이었다. 이 뱀장어는 82년 4월에 採捕하여 金海 녹산養鰻場에서 飼育하였으나 잘 자라지 않는 不良한 뱀장어 치어인데도 飼育環境이 改善되니 잘 자라기 시작했다. 이 때의 水質分析 結果 NH₄⁺-N은 0.77 ppm, NO₂-N은 0.17ppm, NO₃⁻-N은 25.0ppm이었으며, 알칼리度는 145.6 mg/l로서 안정된 수질이 유지되었다. 뱀장어 치어를 운반한 후 바로 사육한 까닭에 斃死되는 것이 나타났다. 치어를 운반한 후 24시간만에 40마리가 죽었으며, 나머지 50마리는 化學分析用으로, 2마리는 疾病

Table 1. Result of eel rearing with pellet feed and water quality in a recirculated revolving biofiltration system

Experimental division	Period (days)	W. T. (°C) (mean)	Stocking			Yield		Gain*	Feed*	F. C.	
			no.	weight*	mean*	no.	weight*				
1	October 15- November 13	24-28 (26.1)	1,500	2,000	1.3	1,408	3,106	1,100	1,000	1.63	
2	November 13 December 13	22-28 (25.9)	1,408	3,106	2.2	1,392	4,519	1,400	2,790	1.99	
3	December 14- January 12	22-28 (25.8)	1,392	4,519	3.2	1,385	6,116	1,600	2,700	1.68	
4	January 13- February 12	20-27 (24.1)	1,385	6,116	4.4	1,332	7,640	1,540	3,660	2.37	
Total	(120)		1,500	2,000		1,332	7,640	5,640	10,150	1.79	
Experi- mental division	Diseases	Mortality and examination No.	Treatment	pH	DO**	Oxygen saturation (%)	NH ₄ ⁻ N**	NO ₂ ⁻ N**	NO ₃ ⁻ N**	Alkal- inity**	
1	<i>Aeromonas</i> sp.	92	19.6	Furasol®	7.13	6.82	86.7	0.77	0.17	25.00	145.6
2	<i>Trichodina</i> sp.	16	35.2	KMnO ₄	7.16	5.81	72.1	0.24	0.51	42.67	107.4
3		7	22.4		6.73	5.26	44.1	0.62	2.90	45.20	29.5
4		53	233.2		6.72	4.17	61.1	0.76	1.20	47.70	17.7
Total		168	410.4		6.98	5.51	66.17	0.597	1.19	40.14	67.55

* gram, ** ppm, ® Furaltadone tartrate

Table 2. Result of eel rearing with dough feed and water quality in a recirculated revolving biofiltration system

Experimental division	Period (days)	W. T. (°C) (mean)	Stocking			Yield		Gain*	Feed*	F. C.	
			no.	weight*	mean*	no.	weight*				
1	October 15- November 13	24-28 (25.9)	1,500	2,000	1.3	1,392	2,910	910	1,800	2.00	
2	November 14- December 13	22-28 (25.8)	1,392	2,910	2.0	1,388	3,500	600	2,600	4.30	
3	December 14- January 12	22-27 (26.0)	1,388	3,500	2.5	1,379	4,120	620	2,136	3.44	
4	January 13- February 12	20-27 (24.2)	1,379	4,120	2.98	1,323	4,620	500	2,472	4.94	
Total (120)			1,500			1,323	4,620	2,620	9,008	3.56	
Experimental division	Diseases	Mortality and examination no. weight*		Treatment	pH	DO**	Oxygen saturation (%)	NH ₄ ⁺ -N**	NO ₂ ⁻ -N**	NO ₃ ⁻ -N**	Alkalinity**
1	<i>Aeromonas</i> sp.	108	140.4	Furasol®	7.13	6.13	77.17	0.48	0.53	11.75	176.0
2	<i>Trichodina Costi</i> sp.	4	8.0	KMnO ₄	7.22	5.74	72.50	0.24	0.51	19.70	143.6
3	<i>Pseudodactylogylus</i> sp.	9	22.5	DDVP	6.73	5.41	68.10	0.47	1.30	59.20	23.6
4		56	165.8		6.71	4.16	60.20	0.36	1.00	60.10	17.3
Total		177	345.7		7.2	5.36	69.49	0.38	0.83	37.68	90.1

* gram, ** ppm, ® Furaltadone tartrate

檢査用으로 使用되었다.

第2期の(11월 14일~12월 13일) 30일간은 비교적 안정된 상태로 잘 자랐다. 11월 28일 경부터 攝食量이 低下되었으며, 활기가 없어 보였다. 두 마리의 아가미를 調査하니 *Trichodina* 虫이 20餘마리 檢出되었다. 곧 4 ppm 되도록 과망간산칼륨(Potassium permanganate KMnO₄)을 撒布했다. 24시간 후에 다시 檢査했더니 *Trichodina* 는 全然 찾아볼 수 없었다. 이 기간에는 3.1 kg에서 4.5 kg으로 성장되어 1.4 kg의 成長을 보았다. 투여된 먹이량은 2.790 g으로 1.99의 飼料効率을 나타냈다. 이것은 外氣溫度의 下降으로 水溫이 상승되지 않아 22.0~26.9°C로 유지되었으며, *Trichodina* 의 寄生으로 攝食量의 減少되었기 때문으로 여겨진다. pH 7.16, 溶存酸素 5.81 ppm로 良好했고, NH₄⁺-N 0.24ppm, NO₂⁻-N 0.51 ppm, NO₃⁻-N 42.67 ppm이었으며 알칼리度も 107.6이었으므로 水質은 良好한 편이었다.

第3期(12월 14일~1월 12일)에는 25.8°C가 유지되었기 때문에 比較的 安定된 성장을 보았다. 4.5 kg에서 6.1 kg으로 증가되어 1.6 kg 성장하였다. 제 2기 때 攝食量이 줄어 들었기 때문에 第3期부터는 2%만 투여하였다. 따라서 2,700 g의 먹이가 투여되었으니 飼料効率は 1.68로 良好하였다. pH는 下降

하여 6.73이었고 溶存酸素도 5.26 ppm으로 2期에 比하면 감소되었다. NH₄⁺-N은 0.62 ppm이었으며 NO₂⁻-N가 2.9 ppm으로 증가되었고, NO₃⁻-N도 45.2 ppm으로 증가되었으니 1~2期에 比해 나빠졌다. 알칼리도가 29.5 mg/l로 低下되므로 CaCO₃를 添加하여 알칼리도의 감소를 막을 必要가 있었다.

第4期(1월 13일~2월 12일)에는 外氣溫度가 더욱 下降함으로써 水溫의 유지가 매우 힘들었다. 20~27.0°C로 유지되어 攝食量은 더욱 감소되었다. 6.1 kg에서 7.64 kg으로 성장되어 1.54 kg이 자랐다. 여기에 2%의 먹이를 투여하였으니 飼料効率は 2.37로서 不良했다. 그 理由로서 수온하강을 阻止하여 水槽水의 交換을 制限하여 300 l中 濾過槽 물만 30 l 交換했다. 따라서 NH₄⁺-N 量도 0.76 ppm으로 증가 되었으며 NO₂⁻-N 量이 1.2 ppm, NO₃⁻-N 量은 47.7 ppm였고 알칼리도는 17.7 mg/l로 減少되었다.

A水槽의 全期間을 整理하면 2 kg의 不良한 鰻장어 치어를 120일간 圓板回轉式濾過裝置를 利用하여 飼育한 結果 7.64 kg으로 성장시켰다. 이 5.64 kg의 증육에 투여된 먹이량이 10.15 kg이었으니 飼料効率は 1.79로 나타났다. 水溫 27~28°C가 유지되고 疾病만 豫防된다면 보다 높은 成長率을 나타내었으리라 사료된다.

2. B水槽

B水槽도 A水槽와 같은 回轉圓板式 循環淨化裝置로서 水量도 같다. 다만 粉末飼料를 粘着劑인 ST-ASH(大日本製藥會社 製品)를 1% 添加하여 엉키게 하여 반죽을 만들어 투여하였다.

第1期(10월 15일~11월 13일)는 10월 15일에 2kg(1500尾)의 성장이 不良한 뱀장어 稚魚를 B水槽에 넣어 飼育했다. 30일이 지난 11월 13일에 計量하니 2.9kg으로 0.9kg의 성장에 그쳤다. 1,800g의 먹이를 투여하였으니 飼料効率は 2.0으로 不良했다. 이 반죽사료는 水中에서 쉬 풀어져서 물이 混濁되고 먹이 虛失이 많았다. 그러나 水溫 25.9°C, pH 7.13이 유지되었고 溶存酸素量도 6.13 ppm으로서 A水槽과 큰 차이는 없었다. 水質에 있어서도 NH₄⁺-N量이 0.48 ppm, NO₂⁻-N量도 0.53 ppm 이었고 NO₃⁻-N量은 11.75 ppm으로 나타났으며 알칼리도도 176.0 mg/l로 良好했다.

第2期(11월 14일~12월 13일)에 있어서도 成長이 不良했다. 2.9kg의 뱀장어 치어에 1.38kg의 飼料를 투여했는데 3.5kg으로서 0.6kg 成長되었다. 따라서 飼料効率は 4.3으로 성장이 不進하였다. 그 理由로서 11월 20일에 調査하였을 때 *Trichodina*가 발생되어 있어 攝食量이 減少되었고, 12월 10일에 調査하였을 때 *Costia* 虫이 大量繁殖되고 있었다. *Trichodina* 虫은 4 ppm의 과망간산칼륨(KMnO₄)를 撒布하여 驅除했으나, *Costia* 虫 발생으로 성장이 不良한 것으로 추정된다. *Costia* 驅除를 위하여 formalin을 30 ppm 되도록 撒布했으나 큰 効果가 나타나지 않았으므로 2日 후에 다시 4 ppm 되도록 과망간산칼륨을 撒布하였다. 24시간 만에 調査한 結果 完全 驅除되었다. 第2期の 成長 不良은 먹이의 虛失도 크지만 *Trichodina*와 *Costia* 虫의 寄生에도 기인되는 것이라 할 수 있다. 水質變化는 Table 2에 나타난 바와 같이 良好한 편이었다.

第3期에도(12월 14일~1월 12일) 第2期和 비슷한 成長으로서 3.5kg의 뱀장어 치어에 2,136g의 먹이를 투여하여 4.12kg 성장되었으니 620g밖에 자라지 못한 셈이다. 따라서 飼料効率は 3.44로 固型飼料를 투여한 A水槽의 성장보다 不良했다. 이때도 水溫은 26°C가 유지되었다.

12월 14日 두 마리의 뱀장어를 檢査하니 아가미 吸虫인 *Pseudodactylogylus* sp.가 各鰓葉마다 5~8마리씩 檢出되었다. DDVP를 1 ppm 되도록 撒布하였다. 24時間 후 두 마리를 檢査하니 檢出되지 않았

다. 12月 18日에 다시 두 마리를 調査하니 各鰓葉에 1마리씩 檢出되었다. 虫體는 幼弱하고 적게 보이는 幼虫이었다. 다시 DDVP를 1ppm 되도록 撒布하였다. 24時間 間隔으로 3回 調査하였으나 全然 檢出되지 않았다. 이때의 平均 水溫은 26°C였지만 夜間水溫이 下降함으로써 22~27°C의 수온이 反腹된 셈이다. pH가 6.73으로 떨어졌고 NH₄⁺-N量이 0.47 ppm, NO₂⁻-N量이 1.3 ppm, NO₃⁻-N量이 59.2ppm으로 증가되었고, 알칼리도가 23.6 mg/l로 低下되었다. 第4期(1월 13일~2월 12일)에는 外氣溫度가 더욱 떨어져서 25.0~26.9°C로 25°C의 유지시간이 길었다. 또한 換水量에 制限을 받아 1/10량만을 每日 交換했기 때문에 pH도 下降하였고, NO₃⁻-N量도 60.1 ppm로 증가하고, 알칼리도는 17.7로 低下되었다. 따라서 攝食量도 줄어든 것 같다. 飼料効率は 不良하여 4.94로 나타났다.

B水槽에서 2kg의 뱀장어를 120일간 飼育한 結果 4.53kg으로 성장되었다. 2.53kg이 성장되는데 9kg의 飼料가 투여되어 飼料効率は 3.55였다. 성장이 不良한 것은 疾病과 수온이 上昇되지 못했던 點도 있지만 먹이의 虛失이 더욱 큰 것으로 여겨진다.

考 察

1. 飼 育

여기에 使用된 回轉圓板式 循環濾過裝置로 뱀장어를 飼育하게 되면, A 및 B水槽 모두 20kg의 魚體重量으로 成長시킬 수 있다고 생각된다. 같은 크기의 같은 裝置의 水槽에서 잉어를 20kg까지 成長시켰기 때문이다. (未發表) 다만 잉어의 경우 每日 1/2량의 濾過槽의 물을 交換하였으며, 平均 25°C에서 8個月間 飼育하였다.

이 뱀장어의 飼育試驗에서는 第1~2期에 每日 1/3량의 濾過槽의 물을 交換하다가, 第3~4期에는 氣溫이 下降하여 쉬 水槽水의 水溫을 上昇시킬 수 없어, 1/10의 물만을 交換하였다. 따라서 第3~4期の 成長은 不良하였다.

Lewis and Buynak(1976)은 回轉圓板式 循環濾過裝置를 이용하여, 1分間에 1l의 地下水新水를 注入 添加함으로써 787l의 飼育水槽(總水量 1,132 l)에서 71~113kg의 찬넬메기를 飼育할 수 있었다고 하였으며, Scott and Gillespie(1972)는 生物學的 淨化 再循環裝置로 飼育水槽 1,600 l 容량의 탱크에서 무지개송어 75kg을 飼育하였는데 이때의 地下水注入은

1分間に 1l였고, 飼料効率は 1.6~1.1로서 良好한 結果라 하였다. Andrews *et al.* (1971)은 循環濾過 裝置없이 단순히 地下水를 1分間に 1l 撒布 注入함으로써 1立方피드에 6.6kg를 飼育할 수 있다고 하였다. 따라서 生物膜을 이용한 濾過裝置로서 魚類를 養殖하면 止水池에서 飼育하는 것보다 10배에서 100배 이상의 魚類를 高密度로 飼育할 수 있다고 본다.

本 試驗에 있어서는 回轉圓板式 循環濾過裝置에다 脫窒酸化 作用을 위한 波板裝置를 添加하였다. 따라서 連續적으로 地下水를 注入添加하지 않고도 150l 飼育水槽에서 20kg의 鯊장어를 飼育할 수 있다고 推定된다.

A水槽의 경우 매일 1/3량의 물을 交換했을 때는 飼料効률이 1.63이었는데 1/10량을 交換했을 때는 2.37로 不良했다.

B水槽의 경우도 毎日 1/3량의 물을 交換했을 때는 2.0의 產肉率을 나타냈는데 1/10량의 물을 交換했을 때는 4.12로 더욱 不良했다.

A水槽의 固型飼料에 있어서도 水溫變動에 따라 攝食活動에 差異가 나타났지만 飼料効率は 良好한 편이다. B水槽에 반죽사료를 투여한 것의 飼料効률이 나쁜 것은 水溫差가 커서 攝食活動이 低下되는 點과 飼料가 水中에 풀린 것이 많기 때문이다. 大日本製藥에서 發賣되고 있는 水産用粘結劑인 STASH를 1% 添加하였으나 水中에서 풀리는 率이 많았다.

一般 養鰻場에서는 大部分 配合飼料를 물로 混合한 반죽사료를 鯊장어 飼育에 體重量의 10~20%까지 투여하고 있는데 水中에 풀려서 流失되는 것이 많은 것 같다.

2. 水 質

암모니아窒素(NH₃-N)나, 亞窒酸(NO₂-N)量이 飼育水中에 蓄積되면 鯊장어에 대단히 有毒하다. (山形 등 1982, 1979) A, B水槽에 있어서도 總암모니아(NH₄-N+NH₃-N)量은 0.597 ppm과 0.387 ppm로서 鯊장어에 미치는 영향은 없는 것 같다. 亞窒酸量도 A水槽가 1.19ppm, B水槽가 0.835 ppm으로서 鯊장어 成長에는 지장이 없다. 山形와 丹羽(1982, 1979)은 鯊장어 成長에 지장을 주는 總암모니아量은 10 ppm 이상이며 亞窒酸도 10 ppm 이상이 되어야 成長에 지장을 준다고 하였다. pH도 A水槽는 6.72~7.13, B水槽는 6.71~7.13가 유지되었다. 알칼리도가 150~170 ppm이었던 것이 17 ppm으로 減少되었다. 이 回轉圓板循環濾過裝置에서 魚類가 成長하

면 重炭酸量은 결핍되고, pH는 떨어지며, 亞窒酸은 蓄積되었다. 이것은 脫窒酸化의 不足으로 일어나는 것으로 생각되니 같은 水槽에 回轉圓板과 波板을 設置하지 말고 分離하여야 效果가 크리라 생각된다.

3. 疾病對策

大部分의 養鰻場에서는 자갈을 利用한 循環浸漬濾過法으로 鯊장어를 飼育하고 있으니, 年中 寄生蟲이 檢出된다. 가장 많이 나타나는 寄生蟲은 *Trichodina* 虫과 *Pseudodactylogyrus* 虫이다. 이들 寄生蟲을 驅除하기 위하여 治療藥을 撒布하나 쉬 驅除되지 않는다. 大部分의 養鰻場에서는 每月 1~2회씩 週期的으로 治療劑를 撒布하고 있는 實情이다.

또한 F養鰻場에서도 循環濾過飼育池에서 魚類를 高密度로 飼育하고 있는데 寄生蟲의 繁殖이 심하다. 여기에도 自갈을 利用한 濾過槽가 施設되어 있는 狀이다.

이것은 汚染된 飼育水를 계속 다시 使用함으로써 病原體가 蓄積殘留되기 때문이라 생각된다. 金(1980)에 의하면 아가미 吸虫인 *Pseudodactylogyrus* sp.를 驅除하기 위하여 1981년 4월 22일부터 同年 9월 17일까지 149일에 32회 *Dipterex*나 *DDVP*를 撒布했으니 4,6日만에 1회씩 反復撒布한 셈이 된다. *Pseudodactylogyrus* sp.는 驅除하기 힘든 寄生蟲으로 여겨왔다. *Dipterex* 單獨으로 1.2 ppm까지 撒布하여도 效果가 없었으나 *Dipterex*와 *DDVP*를 混合 撒布하니 驅除되었다고 했다. 反面 Israeli 잉어는 등이 굽어지는 變形魚가 대단히 많이 생겼다고 하였다. (田, 1978, 1981, 金, 1980)

本 試驗에서는 定量을 4日間隔으로 2회 撒布하였더니 完全히 驗除되었다.

在來式·循環濾過飼育施設은 濾過材料가 大部分 자갈이므로 生産된 汚泥가 여기에 고이게 된다. 濾過材料를 고루고루 通過하여야 될 물이 部分的으로 通過하게 되니 汚泥가 고인 곳은 汚泥가 腐敗하여 오히려 암모니아나 亞窒酸을 生産하는 結果를 가져오게 된다.

이들 濾過材料에 고인 汚泥量은 一定하지 않으며 濾過材料의 크기와 層의 높이에 따라 큰 差異가 있다.

여기에 고인 汚泥量은 많을수록 撒布되는 藥劑를 많이 吸着시켜 濃度를 減少시킨다. 이들 汚泥가 고인 狀態에서 寄生蟲을 驅除하기 위하여 定量을 撒布하게 되니 自然 効力이 나타나지 않을 때가 많다.

結 論

따라서 在來式 濾過施設로서는 完全驅除를 기대하기 힘들다. 寄生蟲 뿐만 아니라 細菌性 疾病도 같은 結果로 나타나고 있다.

汚泥의 고인 量을 모르면서 藥劑를 撒布하니 効力이 나타나지 않으며, 따라서 藥劑量을 많이 撒布하게 된다. 이와 같은 濾過施設로서는 寄生蟲이나 病原菌이 藥劑에 대한 耐性만 커진다.(田, 1983). 또한 汚泥속에 殘留된 虫卵이나 病原菌은 죽지 않으며 藥品の 効力이 없으면 다시 繁殖되어 疾病을 유발시킨다.

本 試驗에 使用된 回轉圓板式 循環濾過裝置는 汚泥가 고이는 곳이 없으며 濾過槽 低面に 沈澱된 汚泥는 每日 물을 交換할 때 除去된다. 圓板에 生物이 繁殖되어 形成된 生物膜은 一定한 두께가 되면 스스로 剝離되어 濾過槽 低面に 고이게 된다. 따라서 寄生蟲이나 病原菌을 治療하기 위하여 撒布되는 藥劑는 一定한 期間 有效濃度가 維持되니 治療效果는 대단히 크다. 本 試驗에 있어서 *Trichodina* 虫이나 *Costia* 虫은 4ppm 濃度の 과망간산칼륨(KMnO₄)를 1회 撒布하니 完全히 驅除되었다. 虫卵을 지닌 *Pseudodactylogylus* 虫은 間隔을 두고 2회 撒布하니 完全히 驅除되었다. 이와같은 結果는 現在까지의 循環濾過水槽나 養鰻場에서는 찾아 볼 수 없었다. 本 試驗에서는 濾過材料의 總表面積을 算出 할 수 있다. 또한 生物膜의 量도 알 수 있으므로 藥劑의 減量도 算出 할 수 있다. 一般 養鰻場에 있어서도 이와 같은 回轉圓板式循環濾過裝置로 改造한다면 쉽게 疾病治療를 할 수 있으며, 耐性菌의 發生도 억제할 수 있다.

4. 藥劑耐성과 藥害

濾過槽에 汚泥가 많이 고인 養鰻場 일수록 疾病의 發生이 많아진다. 年中 寄生蟲이 發見되는 例가 많으니 이와 같은 養鰻場에서는 有害한 藥劑를 反復撒布하게 된다. 寄生蟲이 驅除될 수 있는 藥劑의 濃度가 維持되지 못하니 寄生蟲이나 病原菌은 藥劑에 대한 耐性만 생긴다. 그 結果藥劑耐性菌이나 耐性寄生蟲이 各 養魚場에서 생겨서 全國의으로 擴散된다. 또한 養殖되고 있는 魚體에도 藥品이 蓄積되어 人體에 까지 影響을 미치게 된다.

魚類 疾病을 治療함에 있어서 正確한 診斷으로 有效한 藥劑를 適正量 使用하여 完全히 治療하여야 된다. 그러기 위해서는 現在 使用되고 있는 濾過槽에서 자갈을 除去하고 回轉圓板을 施置하여야 된다고 본다.

回轉圓板式 循環濾過裝置를 使用하여 1982年 10月 부터 1983年 2月까지 120日間 室內 循環水槽에서 固型飼料인 pellet와 같은 原料를 반죽으로 만든 飼料로 뱀장어(*Anguilla japonica*) 치어를 飼育한 結果 滿足할만한 뱀장어 치어의 成長을 보았다.

實驗에 使用된 뱀장어 치어는 1982年 4월에 金海에서 採捕된 것으로 같은 해 10월에 平均 1.3g로 자란 不良한 種苗였지만 環境이 좋아지므로 正常的으로 자라났다.

固型飼料인 pellet를 투여한 A水槽의 뱀장어 치어가 2kg에서 7.64kg로 成長되었으며 飼料係數도 1.94로서 좋은 結果였다. 配合飼料를 반죽으로 만들어 투여한 B水槽의 뱀장어 치어는 2kg에서 4.62kg로 成長되었으며 飼料係數는 3.56으로 成長이 不良하였다. 그러나 이것은 現在까지의 一般 뱀장어 養殖에 利用되어 온 반죽 飼料와 比較하면 良好한 편이다.

循環飼育水槽 A, B는 다같이 水質 淨化作用이 優秀하였다. 實驗期間中 總암모니아量은 0.24~0.77 ppm 範圍였고, 亞硝酸量은 0.17~2.9 ppm 範圍였다. 다만 알칼리度 176 ppm에서 17 ppm로 低下되었으나 每日 1/3量의 물을 交換함으로써 150 ppm 이후로 유지되었다.

가장 問題된 것은 아가미吸虫의 繁殖이었는데, DDVP를 2회撒布 함으로써 쉽게 驅除되었다.

Trichodina 虫과 *Costia* 虫도 繁殖되었으나 과망간산칼륨(KMnO₄)를 1회 撒布함으로써 完全 驅除되었다.

以上과 같은 結果는 回轉圓板式 循環濾過裝置가 飼育水의 淨化作用이 優秀하며 汚泥가 고이지 않으므로 定量的 治療用藥劑가 正確하게 作用한 까닭이다.

參 考 文 獻

Andrews, J. W., L. W. H. Knight, J. W. Page, Y. Matsuda, and E. E. Brown. 1971. Interactions of stocking density and water turnover on growth and food conversion of channel catfish reared in intensively stocked tanks. *Prog. Fish-Cult.* 33(4): 197-203.

——, —— AND T. Mural. 1972. Tempera-

- ture requirements for high density rearing of channel catfish from fingerling to market size. *Prog. Fish-Cult.* 34(4): 240—241.
- Burrows, R. E. and B. D. Combs. 1968. Controlled environments for salmon propagation. *Prog. Fish-Cult.* 30(3): 123—136.
- Broussard M. C. and B. A. Simco. 1976. High-density culture of channel catfish in a recirculating system. *Prog. Fish-Cult.* 38(3): 138—141.
- Borchardt, J. A. 1971. Biological waste treatment using rotating discs. Pages 131—140 in *Biotechnological and biengineering symposium no. 2.* John Wiley and Sons, Inc., New York.
- 田世圭・金仁培・張東錫, 1978, 循環濾過水槽의 窒酸化反應에 미치는 抗菌劑의 影響. 釜山水大研報, 18(1, 2): 69—81.
- 田世圭, 1978, 殺虫劑 Trichlorfon 水溶劑의 잉어稚魚에 미치는 影響. 韓國水產學會, 11(4): 239—242.
- 田世圭・朴性佑・鄭英淑, 1983, 洛東江 잉어와 養殖 잉어의 腸內藥劑耐性菌의 研究. 韓國水產學會 16(1): 17—24.
- 金仁培, 1980. 循環濾過式 飼育水 淨化 再使用方法에 의한 pilot 規模의 魚類養殖試驗. 韓國水產學會, 13(4): 195—206.
- Konikoff, M. 1973. Comparison of clinoptilolite and biofilters for nitrogen removal in recirculating fish culture systems. Ph. D. Dissertation. Southern Illinois Univ. Carbondale. 98pp.
- Scott K. R. and D. C. Gillespie. 1972. A compact recirculation unit for the rearing and maintenance of fish. I. *Fish. Res. Bod. Cana.* 29(7): 1071—1074.
- Lewis W. M. and G. L. Buynak. 1976. Evaluation of a revolving plate type biofilter for use in recirculated fish production and holding units. *Trans. Am. Fish. Soc.* 33(6): 704—708.
- 山形陽一・丹羽誠 1979, 亜硝酸のウナギに對する毒性について. 水産増殖, 27(1): 5—11.
- ・—— 1982. 日本 ウナギに對するアンモニアの急性および慢性毒性. 日本水產學會誌, 48(2): 171—176.