

# 波狀回轉圓板을 사용한 뱀장어 飼育과 疾病對策

田世圭·孫相奎·金鎮禹

釜山水產大學 養殖學科  
(1985년 9월 20일 수리)

## Evaluation of A Revolving Plate-Type Biofilter for Use in Recirculating Eel Culture System and Control of Fish Diseases

Seh-Kyu CHUN, Sang-Gyu SOHN and Jin-Woo KIM  
Department of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan,  
Nam-gu, Pusan 608, Korea  
(Received September 20, 1985)

The main purpose of this study is to evaluate a revolving plate-type biofilter system for mass culture of eels (*Anguilla japonica*) based on the experimental rearing for 199 days. Water quality, growth efficiency of fish and effects of fish disease control were critically evaluated.

The experiment was conducted in two different units, each unit consisting of a cement tank containing 20 m<sup>3</sup> of water.

In unit A, a biofilter which includes 400 rotating undulated P. V. C. plates being 70 cm in diameter which rotates at 6 rpm and also 400 undulated P. V. C. plates fixed in the settling chamber of an area of 66×62 cm. Water was continuously passed through the filter at a rate of 260 l/min., and supplemental water was added to the fish tank at a rate of 4 m<sup>3</sup> a day.

In unit B, the biofilter has 400 P. V. C. plates being 66×62 cm each was installed in the settling tank.

The results gained from the experimental rearing for 199 days from April 21, 1984 to November 5, 1984 are as follows.

In the growth experiment, the weight of fish in unit A increased from 3.0 kg to 815.6 kg, while in unit B, from 3.0 kg to 416.0 kg. During the period of the experiment, in the both units the fish grew at an acceptable rate at the temperature at which they were held.

Observing every aspect of eel culture, including growth rate, disease control and water quality, unit A appears to have advantages over unit B, which makes it particularly attractive in intensive recirculating fish culture system.

It was further observed that certain parasites such as *Trichodina* sp. and *Costia* sp. could easily be controlled by applying 4 ppm of KMNO<sub>4</sub>.

### 서론

우리나라에서는 현재 뱀장어양식이 성행되고 있다. 그간 양식기술이 향상되어 뱀장어 생산량이 증가되었으나 魚價는 국제 시세를 훨씬 웃돌고 있으며 그 때문에 소비자들이 쉽게 식용할 수 없는

실정이다. 따라서 국내 수요에 알맞게 생산하여 대중이 쉽게 식용할 수 있는 식품으로 개발할 필요가 있다.

이를 위하여 양식방법을 개선하여 질병에 의한 피해를 줄이고 최소한의 경비로 대량 양식할 수 있는 사육장치가 개발되어야 한다.

재료 및 방법

佐伯(1932, 1933, 1935)이 개발한 잉어 고밀도 사육 장치인 순환여과방식이 있는데, 여기에 사용된 여과 재료는 자갈이기 때문에 오물이 자갈사이에 고여서 부패하므로 수질이 악화되고, 잉어의 성장이 불량하며, 나아가서 암모니아나 아질산 중독증으로 인해 대량 폐사되는 경우도 있다. 또한 이와같이 자갈을 여과재로 사용했을 때 자갈 사이에 고인 오물 속에 기생충 난이나 병원균이 남아 있으므로 치료가 잘 되지 않는다.

자갈 사이에 고인 오물이 많은수목 질병의 치료 목적으로 살포한 약제가 오물에 흡착되어 일정한 농도가 수중에 유지되지 못하므로 치료 효과를 기대할 수 없는 실정이다.

이상과 같은 점을 고려할 때 여과재료에 오물이 고이지 않으면서 정화능력이 우수한 순환여과 system의 개발이 절실히 요구된다.

따라서 이와같은 목적을 달성하기 위하여 순환여과장치를 개발하여 어류를 사육한 결과를 보고하는 바이다.

어류를 고밀도로 사육할 수 있는 새로운 장치는 어류 사육수조와 물을 정화하는 여과조로 구분된다. (Fig. 1)

(1) A 형의 사육장치

사육조의 크기는 4.5×4.5×1.2 m로서 수심 0.7 m 까지 물을 채워 14.175 톤의 사육수량이 되게 하였다. 사육조의 중앙에 직경 200 mm PVC 관을 수직으로 세워 배수되게 하였고, 배수된 물은 수로를 통하여 침전되면서 모이게 하였으며, 모인 물은 순환펌프 (PH 431 B, 400 W, 260l/min)로 파상회전원판(波狀回轉圓板)에 살포하게 하였다. (Fig. 1-a, c)

Fig. 1-a 에 장치된 파상회전 원판은 직경 70 cm 이며, 길이 2.25 m의 스텐봉(φ42 mm)에 100 장을 조립하여 표면적이 200 m<sup>2</sup> 되도록 하였다. 이와같은 파상회전원판(disk)을 4 조(400 장)를 조립하여 총 표면적이 800 m<sup>2</sup>가 되게 하였다. 이 표면적에 사육조의 물

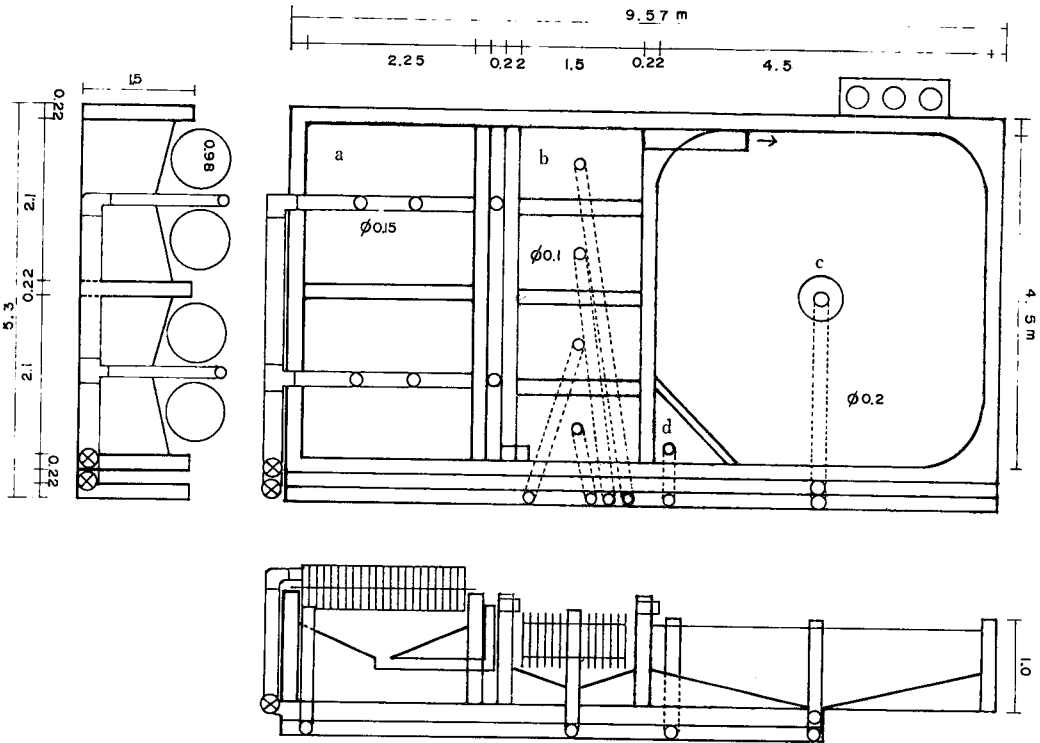


Fig. 1. Design of a system used to evaluate a revolving plate type biofilter for use in fish culture. Unit A.

a: trickling filter, b: settling tank, C: rearing tank, d: feeding place.

이 1 분간에 230 l 살포되므로, 약 14 톤의 사육조 물은 55 분 만에 1 회전하게 된다. 그리고 이 disk 에는 생물막이 얇게 형성되어서 생물학적 질산화공정(nitrification)이 계속적으로 진행되는데, 생성된 암모니아나 아질산은 이 disk 를 통과하면서 산화되어 질산이 생산되고, Fig. 1-b 에는 수직으로 일정한 간격을 지닌 PVC 파판이 칩적되어 있어, 탈질공정(denitrification)이 진행된다. 이 탈질 공정의 정화조에는 65×62 cm 의 PVC 파판이 1.5 cm 간격으로 100 장씩 수직으로 고정되어 물에 잠겨 있으며 PVC 파판을 4개의 정화조에 설치하여 총 면적이 327.36 m<sup>2</sup> 로 되게 하였다. 여기에는 혐기성 정화세균인 *Pseudomonas* sp. 및 기타 미생물이 자라나 脫窒工程이 계속적으로 일어난다. 4개의 정화조를 통과하여 정화된 물이 사육조에 다시 주입되게 하였다. 그리고 사육조의 물순환을 원활히 하기 위하여 네 모서리를 쭉여서 8각형으로 하였으며, 그 한 모서리에는 먹이장을 단들었으며, 먹이를 투여할 때는 소량의 물이 배수구로 배수되게 하였다.

### (2) B형의 사육장치

B형은 대조구로서 크기와 구조가 A형과 같으나 파상회전원판(disk)은 장치하지 않았으며, 다만 수중에 수직으로 칩적시킨 PVC 파판만 설치하였다.

### (3) 뱀장어 사육

A, B형 사육조에 각각 3kg(평균 0.5g, 5,992尾)의 뱀장어 치어를 넣어, 1984년 4월 21일부터 1984년 11월 5일까지 199일간 1차 사육 실험을 하였고 연탄보일러로 가온하여야 되는 11월 6일부터 다음해 4월 12일까지를 2차 사육실험으로 하였다. 사료는 매일 오전 7시와 오후 4시에 2회씩 투여하였으나, 수온이 하강하는 11월 5일 이후에는 오전 1회만 투여하였다. 평균 투여량은 어체중의 2~8%의 배합사료였으나, 치어 때는 더 많은 양인 10~15%를 투여하였다.

### (4) 수질 조사

1984년 4월까지 매월 1회씩 20일 전후에 사육수의 수질을 조사하였다. 채수는 11~12시 사이에 실시하였으며, 수온 및 pH는 현지에서 pH meter와 DO meter로 측정하였고, 총 암모니아, 아질산, 질산 및 알카리도는 실험실에 운반하여 측정하였다. 총 암모니아態 질소(NH<sub>4</sub>-N), 아질산態 질소(NO<sub>2</sub>-N)는 Stand-

ard Method(Rand, M. C. A. E. Greenberg and M. J. Jaras 1981)에 의하였으며, 알칼리도(alkalinity)는 물의 분석에 의하였다.

### (5) 질병 진단

뱀장어를 사육하면서 기생충이나 병원균에 의한 질병을 control하기 위해 매월 1회씩 2마리의 뱀장어를 해부하여, 아가미, 간장, 신장, 혈액을 cytophaga agar, nutrient agar, SS agar에 도말하여 25°C에서 72시간 배양하여 병원균을 조사하였고, 직접 도말하여, 현미경으로 기생충 검사도 하였다.

## 결과 및 고찰

질병없이 7~8개월만에 성어로 양식하기 위하여 새로 개발된 A형 사육장치는 사육조와 파상회전원판(波狀回轉圓板)을 이용한 순환여과조로 이루어져 있으며, 소량의 환수로 뱀장어를 대량 사육할 수 있었다.

여과조 A(Fig. 1-a)에 설치된 직경 70cm의 PVC 파상회전원판에는 호기성 세균인 질산균(*Nitrosomonas* sp. 및 *Nitrobacter* sp.)의 번식이 원활히 이루어졌으며, 여과조 b에 설치된 PVC 파판에서도 탈질공정(denitrification)이 원활히 이루어졌다.

물을 순환시킨 후 14~15일만에 연한 갈색의 생물막(生物膜)이 생겼다.

### A형 사육조

1984년 4월 21일부터 1985년 4월 21일까지 A형 수조에서 뱀장어 사육한 결과를 Table 1에 나타내었다.

1984년 4월 21일에 3kg(5,992미)을 199일간 배합사료(무지개사료)로 사육한 결과 815.6kg으로 성장되었다. 그간 죽은 뱀장어가 15마리였고, 질병진단을 위하여 매월 2마리씩 해부하여 조사하였으므로 5,963마리가 남았다. 사료 총 투여량은 1,600kg이므로 사료 효율은 1.96으로 좋은 편은 못되나, 사육기간중 1일 성장률은 4.08kg으로 양호하였다. 지나치게 많은 양을 투여하였기 때문에 사료 손실이 있었던 것으로 추정된다.

이 기간중에는 20%의 환수를 하였기 때문에 수질이 양호하였고, 사용된 물은 796톤으로서 뱀장어 1

Table 1. Rearing aquaria using different types of filters

Period	Days of trial	Fish growth			Average temp. (°C)	pH	DO (ppm)	Alkalinity (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> +NH <sub>3</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> -N (ppm)	NO <sub>3</sub> -N (ppm)	
		Days	kg	Number								
A unit	1984 4/21~ 5/20	1 to 30	(30)	3	(5,992)	25.2	7.02	4.60	98.7	2.16	0.38	5.16
	5/21~ 6/19	30- 60	(30)			25.6	6.96	4.20	76.8	3.32	0.46	10.61
	6/20~ 7/19	60- 90	(30)			25.2	6.93	4.10	51.7	3.45	0.42	11.50
	7/20~ 8/20	90-123	(33)			25.6	7.25	4.89	70.8	0.27	0.32	9.53
	8/21~ 9/18	123-152	(29)			27.3	7.12	3.18	76.1	1.85	0.35	13.60
	9/19~10/10	152-173	(21)			24.4	7.30	5.30	52.6	1.63	0.44	8.15
	10/11~11/ 5	173-199	(26)	815.6	(5,963)	23.6	7.43	4.93	102.1	10.1	2.39	16.93
	11/ 6~11/23	199-217	(18)	250.0	(2,500)	22.0	6.80	6.00	84.7	2.74	1.12	14.20
	11/24~12/20	217-244	(27)			22.2	6.78	8.10	41.7	1.45	0.32	14.70
	12/21~ 1/22	245-277	(32)			23.0	7.06	6.20	60.2	2.74	0.69	21.60
1985	1/23~ 2/16	277-302	(25)			22.0	7.03	6.20	60.9	1.92	0.63	22.30
	2/17~ 3/22	302-336	(34)			22.0	7.08	5.20	75.3	3.18	1.60	23.70
	3/23~ 4/12	336-356	(21)	512	(2,480)	23.0	7.32	5.45	78.8	2.14	1.64	23.24
B unit	1984 4/21~ 5/20	1 to 30	(30)	3	(5,990)	25.2	7.08	4.20	101.7	2.11	3.66	6.55
	5/21~ 6/19	30- 60	(30)			25.6	7.25	4.30	108.2	3.12	4.26	6.62
	6/20~ 7/19	60- 90	(30)			26.8	7.26	3.70	129.5	4.88	6.06	6.85
	7/20~ 8/20	90-123	(33)			27.2	7.23	4.76	71.7	5.85	4.86	6.12
	8/21~ 9/18	123-152	(29)			24.2	7.44	4.20	108.1	7.15	5.65	7.62
	9/19~10/10	152-173	(21)			23.6	7.43	4.07	157.1	11.6	6.76	12.62
	10/11~11/ 5	173-199	(26)	416	(5,920)	21.0	7.18	4.40	58.5	11.7	7.26	16.52
	11/ 6~11/23	199-217	(18)	250.0	(2,700)	22.6	6.96	6.26	86.5	1.62	1.29	14.60
	11/24~12/20	217-244	(27)			21.6	6.68	6.41	94.5	1.36	1.36	18.20
	12/ 2~ 1/22	245-277	(32)			22.6	7.07	5.82	56.7	1.33	1.01	12.60
1985	1/23~ 2/16	277-301	(25)			21.7	7.10	6.12	86.7	1.26	1.21	13.60
	2/17~ 3/22	302-336	(34)			22.4	7.02	6.05	92.6	2.86	1.20	16.20
	3/23~ 4/12	336-356	(21)	497	(2,590)	21.4	7.01	5.95	92.1	2.61	1.10	17.10

kg를 생산하는데 0.9톤의 물이 사용되었다. 성장된 뱀장어 815.6 kg 중에는 192~204 g되는 것이 665 kg 이나 되었다. Table 1에서 보는 것과 같이 11월에 들어서면서 총 암모니아양이나, 아질산양이 증가되어 여과기능에 한계를 느꼈기 때문에 665 kg는 판매하고 성장이 나쁜 뱀장어를 선별하여 1984년 11월 6일부터 1985년 4월 12일까지 157일간 A형 수조에서 250 kg(2,500미)을 2차 사육한 결과 이 기간에는 수는 하강 때문에 5%(1톤)만 매일 환수하였다. 따라서 성장이 나빠서 157일간 512 kg(2,480미) 밖에 자라지 않았다.

이 기간에 투여된 배합사료는 500 kg였으니 사료 효율은 1.92로 좋은 편이 못되었으며, 1일 성장도 1.65 kg으로 저조했다.

그러나 1차 사육시험을 고찰하면, A형 사육조와 여과조를 합친 총 수량은 20톤이므로 물 1톤에 40.78 kg 생산된 셈이다.

사육조의 물 14톤만을 본다면 물 1톤에 57.5 kg(평균 192 kg)이 생산된 결과이다. 또한 사육수를 정화하는 가장 중요한 부분인 파상회전원판(波狀回轉圓板)의 총 표면에 생긴 생물막의 양과 정화능력이 정비례하는 것을 알 수 있었다.

파상회전원판의 총 면적이 800 m<sup>2</sup>였으니 뱀장어도 800 kg까지는 잘 성장되었으며, 이 점을 초과하니 먹이도 잘 먹지 않았으며, 정화율도 떨어져 총 암모니아나 아질산양이 증가되었다. 따라서 호기성 세균인 질산균이 자랄 수 있는 면적 1 m<sup>2</sup>는 1 kg의 어류의 배설물을 처리할 수 있는 능력을 가지는 것으로 추정된다. 이와같은 결과는 Lewis(1976), 田(1983)의 결과와 유사하다.

#### B형 사육조

B형 사육조는 대조구로서 A형과 같은 크기의 순

환여과식 사육조이지만 PVC 파판만을 수중에 침적시켜 물을 순환시켰다.

B형 수조에서 1984년 4월 21일부터 1985년 4월 12일까지 사육한 결과를 Table 1에 나타냈다. 1차 사육실험을 끝낸 11월 5일에 측정된 어체중량은 416 kg으로서 199일만에 413 kg 성장되었다. 그간 죽은 것은 46마리였고, 질병진단용으로 24마리를 해부하였다. 따라서 5,820마가 남았다.

그간 투여된 배합사료는 1,020 kg이었고 사육기간 중 1일 성장률은 2.0 kg였고, 사료효율은 2.45로 불량했다. B형 수조에서도 매일 20%의 환수를 하였으나 A형의 사육조에 비하면 성장이 불량하여 약 1/2의 성장밖에 되지 않았다. 그 기간의 수질변화도 심했으며, 정화능력도 저조했다. 이와같이 성장이 불량한 것은 파상회전원판을 설치하지 않았기 때문이라 추정된다. 정화능률은 수중에 수직으로 침적시킨 PVC 파판이므로 여기서 호기성세균인 질산균과 혐기성세균인 *Pseudomonas* 균이 동시에 작용한 것으로 추정된다. 10월 10일부터 총 암모니아량이 11.6 ppm 이나 되었고, 아질산량이 6.76 ppm 로 증가되었으므로 뱀장어는 먹지 않는 것이 많아졌다.

A형 실험과 같이 11월 6일부터 다음 해 4월 12일까지 157일간을 2차 사육실험을 하였다. 이 때는 A형 사육조와 같이 400장의 파상회전원판(波狀回轉圓板)을 B형 수조에도 설치하였다. 그 결과 A형과 유사한 성장을 나타냈다. 250 kg(2,700마)가 157일만에 497 kg으로 성장되었으며, 평균 191 g으로 자랐다. 이 기간에는 5% 밖에 환수하지 못했고, 수온도 21~22°C로 유지되었으며, 밤에는 더욱 하강할

때도 있었다. 투여된 총 사료량은 500 kg으로서 1일 성장률은 1.53 kg이었고, 사료효율은 2.0이다.

이와같은 결과는 이 기간중의 A형 수조와 유사하였다.(Table 1)

수 질

뱀장어 사육기간 중 A 및 B형의 사육조의 수질 변화는 Table 1과 Fig. 2, 3, 4, 5에 표시하였다. 매월 1회씩 오전 11시와 12시 사이에 실시하였으므로 1일 변화과정을 정확히 분석할 수 없었으나 여과 기능은 파악할 수 있었다.

A형 사육조의 수질

1차 사육기간인 1984년 4월 21일부터 11월 5일까지의 수온은 23.6~27.3°C(평균 25.3°C)였으며, pH는 6.93~7.43 범위였고, 용존산소량도 4.1~5.3 ppm으로서 비교적 안정된 상태였으나, 8월 말 경에는 3 ppm으로 떨어지는 날이 계속되었으므로 8월 29일에 에어 펌프(1마력)를 설치하여 공기를 주입시켰다. 공기량이 많으므로 A, B형 두 수조에 나누어 공급하였다. 총 암모니아량은 2~3 ppm이었으나 아질산량은 0.3~0.4 ppm으로 양호한 편이었다. 비교적 안정된

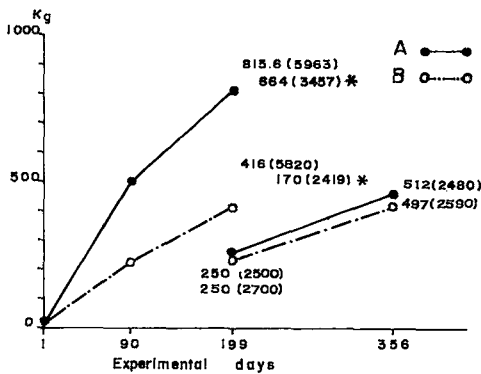


Fig. 2. Growth of eel during the high-density culture experiment.

\* Over-crowded and then partly removed. Units A and B.

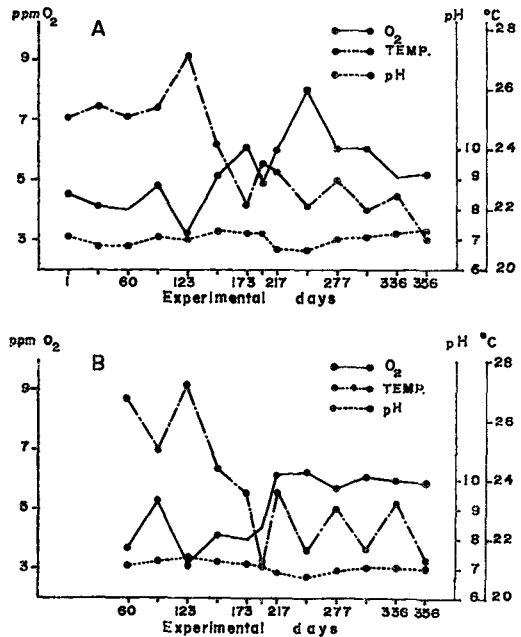


Fig. 3. Fluctuations of temperature, pH and dissolved oxygen content in the high-density culture aquariums. Units A and B.

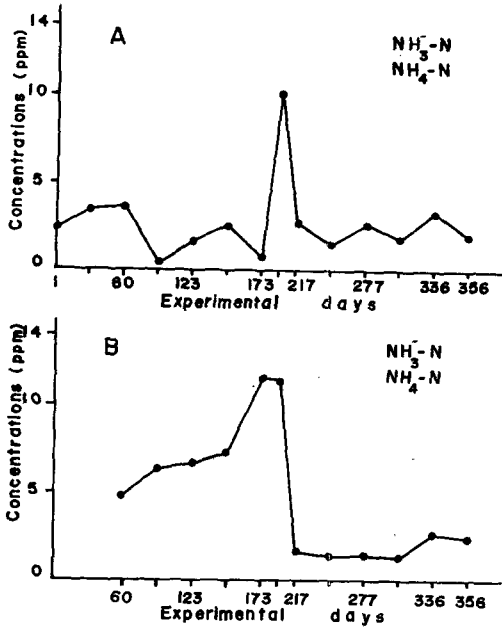


Fig. 4. Concentration of total ammonium-nitrogen in the high-density culture aquariums. Units A and B.

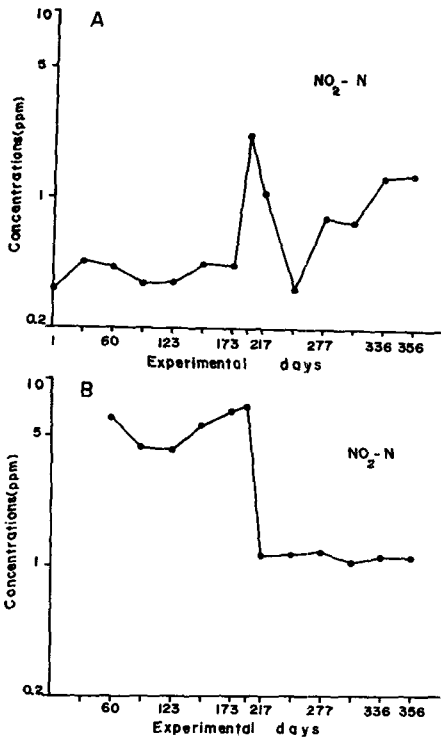


Fig. 5. Concentrations of nitrite-nitrogen in the high-density culture aquariums. Units A and B.

수질이 유지되다가 11월에 이르러 갑자기 총 암모니아 양이 10.1 ppm 로 증가되고, 아질산량이 2.39 ppm 로 증가되었다. 이때의 뱀장어 총 체중이 800 kg을 상회한 것으로 추정된다. 20% 하천수를 환수하여도 이와같은 높은 암모니아나 아질산 값이 나오는 것은 20% 환수한 시간으로부터 20~23시간이 지난 오전 11~12시에 채수한 것으로 20~23시간 사이에 서서히 암모니아나 아질산이 축적된 것으로 생각된다. A형 여과조에 시설된 여과재료의 표면적이 800 m<sup>2</sup>+320 m<sup>2</sup>로 한정된 탓으로 그 이상의 정화능률을 기대할 수 없을 것 같다. 따라서 192~204 g으로 성장된 뱀장어 665 kg을 판매하고, 다시 250 kg(2,500마)을 선정하여 사육한 결과 수질은 다시 좋아졌다.

이 2차 사육기간은 157일로 pH는 6.7~7.3으로 양호했고 용존산소량도 5.2~8.0 ppm으로 높은 편이었고 총 암모니아나 아질산도 안정되어 좋은 성장이 기대되었으나 낮수온도 22~23°C 밖에 유지되지 못했으며 야간은 수온이 더욱 하강하여 18°C로 될 때도 있었고, 환수량도 5%로 줄였더니 성장이 느렸는 것으로 추정된다.

#### B형 사육조

파상회전원판(波狀回轉圓板)을 설치하지 않은 상태에서는 199일만에 413 kg으로 성장되었으므로 A형의 1/2의 성장률이다.

A형 수조와 달리 총 암모니아양 2~11 ppm, 아질산량 3~7 ppm으로 항상 높은 농도가 지속되었다. 장기간에 걸친 이와같은 암모니아 및 아질산량은 뱀장어의 성장에 지장을 초래한 것 같다.(Table 1)

이상과 같이 1차 사육실험에서는 수질이 나빴으나 2차 사육실험에서는 양호한 편이다. 그 이유로서 A형과 같이 2차 사육시험기간인 11월 6일부터 다음해 4월 12일까지는 파상회전원판을 400장 설치했기 때문으로 생각된다. 3개월에 자라야 할 뱀장어가 6개월이나 소요된 것은 수온이 하강하였기 때문이라 추정된다.(Fig. 2, 3, 4, 5)

A형에 설치된 파상회전원판은 공기중에 2/3나 노출됨으로 산소를 충분히 공급받게 된다. 따라서 자갈여과방식과 같이 넓은 공간이 필요하지 않으며, 자갈여과장치의 1/3 면적으로서도 충분하다(Lewis 1976, 田 1983). 자갈을 여과재로 사용할 경우, 자갈의 직경이 3~5 cm이고, 자갈층이 50 cm 두께로 된 여과상에 환수가 5분 정도 머물게 되면 90 mg/m<sup>2</sup>의 산소가 소비된다고 한다.(Chiba, 1983)

또 100 kg의 뱀장어가 1일에 1.5 kg의 배합사료를 먹으면 여과장에서 소비되는 산소가 16.9 g 나 된다. 따라서 187.7 m<sup>2</sup>의 표면적을 지닌 여과자료가 필요하다. 자갈의 크기가 3~5 cm 일때, 1m<sup>3</sup>의 표면적이 약 138 m<sup>2</sup>이므로 186 m<sup>2</sup>의 표면적을 얻으려면 1.38 m<sup>3</sup>가 있어야 된다. 깊이가 50 cm 되는 여과상인 경우 2.8 m<sup>2</sup>의 면적이 필요하다. 뱀장어 1톤을 생산하기 위하여 여과재료로서 자갈을 사용한다면 28 m<sup>2</sup>(50 cm 층)의 넓은 면적이 필요하다. 반면 파상회전원판을 사용하여 같은 표면적을 얻으려면 직경 70 cm의 파상회전원판 500장이 필요하며, 이것을 설치하는 데 필요한 면적은 10 m<sup>2</sup>이므로 약 1/3 면적으로 뱀장어 1톤을 생산할 수 있다.

보다 중요한 점은 자갈표면에 생긴 생물막과 오물이 고이면 쉽게 세척되지 않으므로 부패하게 되며, 유독물질이 급격히 증가하여, 뱀장어 성장에 장애를 주게 된다. 파상회전원판인 경우 오물이 고이지 않으며 산소가 충분히 공급되니 窒酸化工程이 끊임없이 지속된다. (Fig. 3, 4, 5, 6)

질병 대책

순환여과식 양만장에서는 질병의 유행이 심하여 정수지와는 달리 연중 질병이 발생되어 큰 피해를 준다.

그 이유로서 여과재료에 고인 오니속에 기생충난이나 병원균이 구제되지 않고 연중 잔존하기 때문이다. 그러나 수질이 양호하고 시설이 개선된 양어지에서는 질병의 유행이 적다.

특히, 순환여과식 양만장에 유행되는 질병의 원인은 밀식에 따르는 총 암모니아양이나, 아질산상의 증가에 있다. 이와같은 환경에서 장기간 뱀장어를 사육하면 뱀장어는 아질산 중독증에 의하여 대량 폐사된다.

이 실험에 있어서도 사육중에 질병이 유행되리라 예측하여 매일 정기적으로 조사하였다. 특히 어류에 유행되는 질병은 치료하기 힘들므로 예방이 중요하다. 따라서 사전에 어류와 하천수를 처리하여 예방하였다. 뱀장어는 실험에 앞서 furan 劑제와 항생물질로써 약육하였으며, 기생충의 유무도 조사하여, 없는 것을 확인하고 실험을 실시하였다.

사육수는 매일 사용되므로 하천수를 1 m 모래층을 통과시켜 사용했다. 또한 시험중 뱀장어를 옮기거나 보충하지도 않았으며, 사용수도 여과된 물만을 사용하였다.

매일 2마리씩 정기적으로 뱀장어의 외부와 내부를 검사하였다. 7월 20일에 *Trichodina* 종과 *Costia* 종이 검출되었으므로 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>)를 4 ppm 되도록 1회 살포하였더니 완전구제 되었다. 그 후 실험이 끝날 때까지 병원체를 검출할 수 없었다.

사전 예방을 실시하면 질병이 없는 상태에서 뱀장어를 빨리 성장시킬 수 있으리라 추정된다.

요 약

질병치료용으로 개발한 波狀回轉圓板의 순환여과장치를 사용하여 199日만에 뱀장어를 3 kg에서 815.6 kg으로 성장시킬 수 있었다.

飼育水를 정화하기 위한 生物膜의 表面積이 1,127 m<sup>2</sup>였는데 波狀回轉圓板의 表面積이 800 m<sup>2</sup>였고, 水中에 沈積된 PVC 波板의 表面積은 327 m<sup>2</sup>였다.

이 장치는 汚物이 고이지 않으므로 *Trichodina* 종과 *Costia* 종의 치료가 용이하였다.

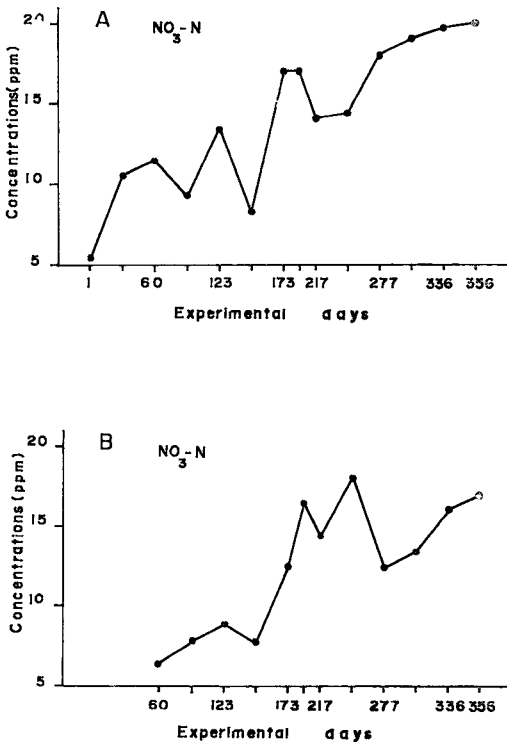


Fig. 6. Concentration of nitrate-nitrogen in the high-density culture aquariums. Units A and B.

文 獻

- 金仁培. 1980. 循環濾過式 飼育水浄化 再使用方法에 의한 Pilot 規模의 魚類養殖試驗, 韓水誌. 13(4), 195. 206.
- Chiba and Marturano—1983. Water quality as an environmental factor and growth of fish—VIII. *The Aquiculture* 31(1), 16—25.
- 田世圭. 1983. 高密度 鯰장어 養殖水槽의 疾病對策, 韓水誌. 16(2), 103—110.
- Lewis and 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.
- 佐伯有常・青江優夫. 1962. コイの1トン飼育装置とこれによる養殖例. *水産増殖臨時號* 1, 13—27.
- : 青江弘. 1963. コイの5トン飼育装置とこれによる養殖試験, *水産増殖* 11(4), 217—228.
- 佐伯有常. 1965. 魚介類の循環濾過式飼育法の研究—II, コイの養殖試験, *日水誌*. 31(11), 916—923.