

釜山地方에서 室內水槽를 利用한 무지개송어의 飼育實驗

金 仁 培* · 趙 載 潤*

AN EXPERIMENT ON THE REARING OF RAINBOW TROUT IN
THE INDOOR AQUARIUM IN BUSAN

In-Bae KIM* and Jae Yoon JO*

Rainbow trout were reared in a small indoor aquarium which was equipped with a simple recirculating biofilter combined with a small amount of inflowing water for 199 days from April 25 to November 10, 1977 in Busan where very hot summer air temperature is encountered, and results obtained were promising as following;

1. The aquarium has dimensions of $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 67\text{ cm}$ (depth), and a bottom center sedimentation chamber of conical type through which out-flowing water is pushing fecal matter and other detritus outward.

The conical sedimentation chamber measures 20 cm depth and 20 cm diameter at its upper mouth and tapers to the bottom end which is connected to 4 cm diameter draining pipe. The draining pipe goes through under the tank and then is elevated on the side. The water depth was maintained at about 40 cm depth by adjusting the height of draining pipe.

The filter bed contained 16 l of $3\sim 5\text{ mm}$ zeolite gravels, and water circulation rate was about 1030 l/hr .

2. Continuous inflowing water resulted in a good elimination of waste materials through its out-flowing water thus reducing waste loading in the filter.

3. Mean temperature of water in the rearing aquarium containing about 400 l water volume was maintained at around 20 to 22°C by 0.59 l/min of the inflowing well water which usually maintained the temperature of 17°C during the hot summer season from the first of July to the first of October when the 10-days-mean air temperature ranged from 20° to 27.3°C (total mean 24.6°C) and under this condition the fish continued normal growth.

4. The production per 1 l/min of inflowing water with this simple biofiltration reached 30 hg .

5. The total cost including all feed and power during this experimental rearing period fell well within the economic establishment and if the feed and filtration system are improved the benefit-cost ratio will be much increased.

緒 言

무지개송어는 냉수성魚類로서 山地溪谷이나 여름철 水溫이 20°C 以下の 水源이 풍부한 곳에서 養殖되고 있다.

따라서, 우리 나라의 南部地方의 平地에서는 養殖하는 곳이 없고 山間地方의 溪流에서만 養殖되고 있다. 그러나, 최근 循環濾過式飼育裝置의 發達로 水溫만 調節되면 水量은 充分하지 않아도 飼育이 可能하다는 점에 착안하여 南部地方平地에서 무지개송

* 釜山水產大學, National Fisheries University of Busan

어의 養殖可能性與否를 알기 위해 釜山水產大學 研究室水槽內에서 송어의 越夏試驗을 하여 몇가지 結果를 얻었기에 發表하는 바이다.

實驗裝置 및 作動

(1) 裝置 I

Fig. 1. 에 나타난 바와 같이 70 cm×50 cm×45 cm의 유리水槽에 水深約 40 cm로 水量은 140l 정도였으며 濾過裝置는 약 23 cm×23 cm×40 cm되는 플라스틱 통에 길이 30 cm되도록 zeolite石 부순 것을 넣어서 使用하였다. 물의 循環은 水量 약 360 l/hr의 소형 펌프를 使用하였으며 循環率은 1時間에 약 2.6 회였다.

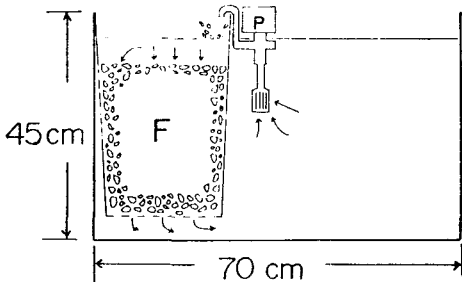


Fig. 1. Diagrammatic drawing of the rearing system used during period 1.
F : Filter ; P : Pump

(2) 裝置 II

Fig. 2에 나타난 바와 같이 100 cm(L)×100 cm(W)×67 cm(H)의 스테인레스水槽에 水深約 40 cm로 水量 약 400 l였으며, 濾過裝置는 약 23 cm(W)×23 cm(L)×40 cm(D)의 플라스틱 통에 길이 30 cm되도록 zeolite石 부순 것을 넣어서 使用하였다. 물의 循環은 45w의 소형 펌프를 使用하였으며 水量은 약 1,030 l/hr로 循環率은 1時間에 約2.58회였다.

여기에 항상 우물물을 注水하여 水温調節을 하였으며 注水量은 0.59 l/min였다. 注水時間은 學校의 事情으로 平均 08 : 00~24 : 00時까지 1日 약 16時間 注水하였다.

그리고, 注水되는 물이 항상 排水되는 것을 利用하여 먹이찌꺼기 및 배설물의 排出을 도모하였다.

溶存酸素는 注入水의 水中噴射에 依한 補充과

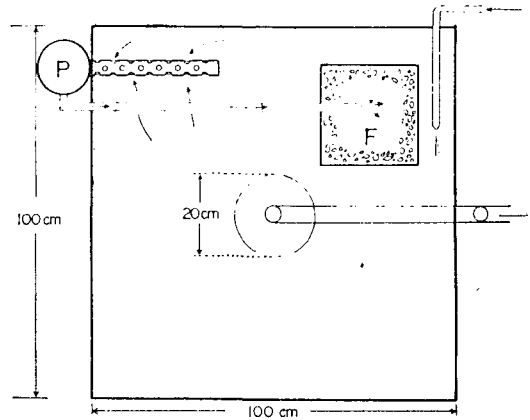


Fig. 2. Diagrammatic drawing of the rearing system used during rearing periods 2, 3 and 4.
Upper: Top view Lower: Side view
F : Filter P : Pump
S : Sedimentation chamber

blower펌프에 依한 aeration으로 補充되었다.

(3) 試驗魚

試驗魚는 1977年 2月末에 孵化한 것으로 春川 安東 欽氏 養魚場에서 1977年 4月 17日 平均体長 4 cm미만, 平均体重 約0.57 g으로 추산되는 것을 實驗室로 옮겨 飼育하였다.

(4) 飼料

初期 1977年 4月 17日부터 소간을 주면서 기르다가 4月 25日 正確하게 秤量하여 5月2日까지 소간을 잘게 다져서 주었고, 그 후 6月4日까지는 실지렁이를 주로 주었다. 6月5日부터 7月11日까지는 실지렁이 量을 줄이면서 잉어용 飼料인 crumble을 주었으

Table 1. Ingredients of the pellet supplied

Ingredients	%
Silkworm pupae	50.0
Dry bread	42.0
Dry beer yeast	5.0
Salt	1.0
Bone meal	1.0
Vitamin mixture*	1.0
Total	100.0

* Vitamin mixture is referred to Kim *et al.* (1977).

나 7월12일부터 8월31일까지는 실지렁이만 주었다. 9월1일부터는 실지렁이량은 그대로 주면서 잉어용 pellet를 조금씩 먹이기 시작하여 점차 실지렁이 量을 줄여 주고 pellet량을 늘여서 실지렁이는 pellet 사

료에서 부족한 비타민, 미네랄 등의 補充的으로 주었다. pellet의 成分은 Table. 1과 같다.

結果 및 考察

飼育結果는 Table 2에 나타난 바와 같이 1977年 4月25일에 平均体重이 0.9 g부터 시작하여 水槽에서 同年 5月15일까지 20日間 飼育한 結果 平均体重 3.0 g으로 成長하였으며 그 동안 실지렁이와 소간을 먹이로 주었으며 飼料係數는 濕重量으로 3.68이었으며 斃死 13尾中 3尾는 columnaris細菌과 原虫類인 *Chilodonella*의 感染으로, 10尾는 魚病治療를 위한 藥處理過程中 酸素不足으로 斃死하였다. 다음은 1977年 5月16일부터 6月5일까지 20日間 飼育하여 平均体

Table 2. Results of the growth

Rearing period (days)	Temp. Range °C (mean)	Stocking			Yield		
		No.	Weight(g)	Mean(g)	No.	Weight(g)	Mean(g)
1. Apr. 25~May 15, 1977 (20)	13.5~21.0 (18.36)	193	173.7	0.90	180	540.0	3.00
2. May 16~June 5, 1977 (21)	17.5~20.0 (18.63)	180	540	3.00	180	912.0	5.07
3. June 6~July 5, 1977 (30)	17.8~23.0 (20.12)	150	760	5.07	145	1,993.8	13.75
4. July 6~NOv. 10, 1977 (128)	15.6~24.5 (20.65)	143	1,966.3	13.75	136	12,005.0	88.27

Rearing period (days)	Mortality		Gain (g)	Feed		Feed coefficient
	No.	Weight		Weight (g)	Total (g)	
1. Apr. 25~May 15, 1977 (20)	13	39	366.3	Liver 500 Tubificid 849	1,349 449.7(D)	3.682
2. May 16~June 5, 1977 (21)	0	0	372.0	Tubificid 2,576	2,576 858.7(D)	6.924
3. June 6~July 5, 1977 (30)	5	44	1,233.8	Crumble 556(D) Tubificid 1,038.7(D)	1,594.7(D)	1.248(D)
4. July 6~Nov. 10, 1977 (128)	7	379.2	10,038.7	Pellet 7,635 Tubificid 9,655(D) Liver 1,503.5(D)	18,793.5(D)	1.872(D)
Total			12,010.8		21,696.6(D)	1.806(D)

D : Dry matter calculation.

重 3.0 g에서 5.07 g까지 成長하였으며 飼料는 실지렁이 만을 주었고 飼料係數는 濕重量으로 6.92였다. 그다음 飼育은 同年 6月5日 30尾를 他處에 分讓하고 나머지 150尾로 시작하여 7月5일까지 30日間 平均体重 13.8 g으로 늘었으며 이때의 飼料는 crumble과 실지렁이를 같이 供給하여 飼料係數는 乾燥重量으로 換算하여 1.24 였다. 斃死는 5尾로서 白点病의 治療를 한 後 먹이를 過度하게 먹고 밤중에 注水가

안되고 酸素가 不足한 狀態에서 斃死한 듯 하다. 그리고, 7月6일에 시작한 實驗은 7月5日 MS222를 使用하여 마취시켜 무게를 달 때 그 중 2尾가 過度한 마취로 斃死하였으므로 143尾, 平均体重 13.8 g에서 11月10일까지 128日間 平均体重 88.3 g으로 늘었으며 잉어용 pellet와 실지렁이, 그리고 소간을 주어 飼料係數 1.87(乾燥重量)이었으며 斃死 7尾는 白点病과 *Chilodonella* 그리고 지느러미腐蝕病 등이

原因이었다. Huet(1975)는 1년에 100 g 程度成長한다고 하며 原田(1972)는 1년에 150~200 g 成長한다고 한다. 本實驗은 199日間 88.3 g으로 위의 두報告보다 빠른 成長率을 보이고 있다.

飼育期間中 飼育水의 水溫變化를 보면 Table 3과 Fig. 3에 나타난 바와 같이 7月, 8月, 9月, 3個月과 10月初旬에는 平均水溫이 20°C를 넘고, 특히 7月下

旬에는 最高水溫이 24.5°C 平均 22.3°C까지 上昇하였으나 水溫에 따른 별다른 문제점은 없었다.

Swingle(1953)에 의하면 21°C가 송어의 위험 水溫이라고 報告하고 있고, 때때로 단시간에 26.7°C에서 生存하는 수가 있으나 例外的인 것이라고 말한다. 그리고 原田(1972)의 報告에는 最高限界水溫을 24°C로 하고 24°C 以上の 水溫이 一週日以上 계속되면

Table 3. Variation of water and air temperatures, during the experimental period

Period division	Date(days)	Tri-division of each month	Water temperature		Air temperature	
			Range	Mean	Range	Mean
1	April 25~May 15(20)	April 25~30	13.5~17.5	16.41	9.5~21.2	14.46
		May 1~10	15.5~19.7	18.23	11.7~24.0	16.67
		May 11~15	20.0~21.0	20.44	8.9~25.4	18.40
		Mean		18.36	Mean	16.45
2	May 16~June 5(21)	May 16~20	17.5~19.5	18.33	8.4~27.0	17.88
		May 21~31	17.5~20.0	18.44	10.4~22.8	17.30
		June 1~5	18.5~19.5	19.13	15.5~26.9	20.42
		Mean		18.63	Mean	18.18
3	June 6~July 5(30)	June 6~10	19.5~22.0	20.11	15.5~26.1	19.70
		June 11~20	17.9~20.6	18.89	14.1~24.5	18.60
		June 21~30	18.8~21.5	19.75	15.4~25.0	19.99
		July 1~5	20.5~23.0	21.76	19.2~27.7	22.74
		Mean		20.12	Mean	19.93
4	July 6~Nov. 10(128)	July 6~10	20.0~23.6	21.17	20.0~29.1	22.52
		July 11~20	19.4~24.0	21.62	21.1~30.4	24.50
		July 21~31	19.7~24.5	22.27	23.0~33.4	27.36
		Aug. 1~10	21.1~23.9	22.25	21.0~31.7	26.19
		11~20	20.0~23.3	21.59	19.8~30.1	23.66
		21~31	19.4~22.8	20.39	17.3~28.4	23.10
		Sept. 1~10	20.5~23.3	22.08	18.4~29.9	24.30
		11~20	19.4~23.3	21.59	17.3~30.2	22.94
		21~30	18.3~23.3	20.74	15.0~28.9	21.13
		Oct. 1~10	18.3~22.0	20.15	14.5~26.8	20.26
		11~20	18.3~20.5	19.30	12.5~24.7	18.33
		21~31	17.2~22.2	18.90	13.3~26.7	19.35
		Nov. 1~10	15.6~21.1	16.40	4.9~22.7	14.41
Mean		20.65	Mean	22.16		

個體中 弱한 것이 먼저 죽기 시작한다고 말한다. 그러나 Huet(1975)는 20~22°C는 잘 견디고 24°C나 그 이상에는 잠깐은 견딘다고 報告하고 있다. 따라서, 本實驗에서 7月下旬에 24.5°C까지 上昇하였으나 그렇게 긴 時間은 아니고 7月, 8月, 9月 그리고 10月初旬에 平均水溫 約 20°C 以上 22°C 前後로 維持되었으나 크게 危險한 정도는 아니었고, 地下水를 小量 注水하여 24.5°C 이하로 水溫이 調節되었다.

飼育水槽內的 溶存酸素는 Fig. 4에서의 같이 4.4

ppm에서 6.6 ppm의 範圍였으며 平均 5 ppm 前後로 維持되었으며 10月 20日 魚病治療를 爲해 給水를 中斷한 結果 3.7 ppm까지 내려간 적이 있었으나 크게 문제되지는 않았고 그외는 대개 5 ppm 前後로 維持되었다. Leitritz(1960)에 의하면 무지개송어의 良好한 溶存酸素量은 10~11 ppm이고 安全限界를 5 ppm 이라고 말하며, 大分縣內水面漁業試驗場(1973)의 報告에도 역시 最低安全限界를 5 ppm이라 하고 있으나 大渡(1976)의 報告에서는 注水하는 물에 酸素가

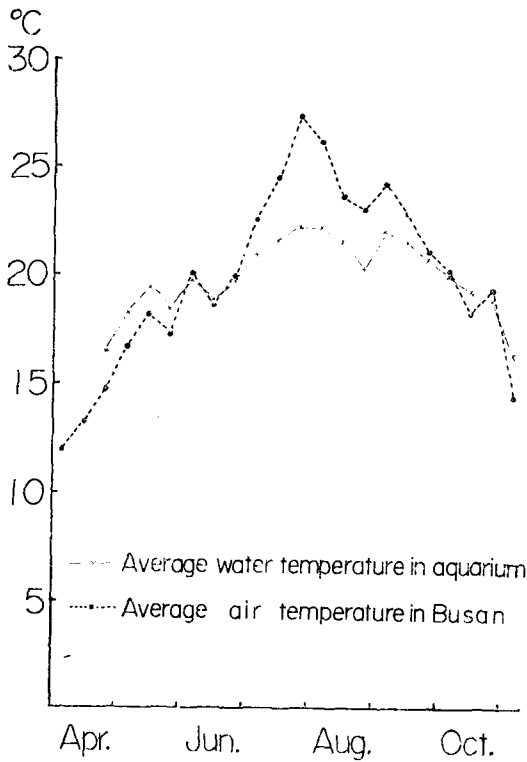


Fig. 3. Fluctuation of air and water temperatures during experimental period.

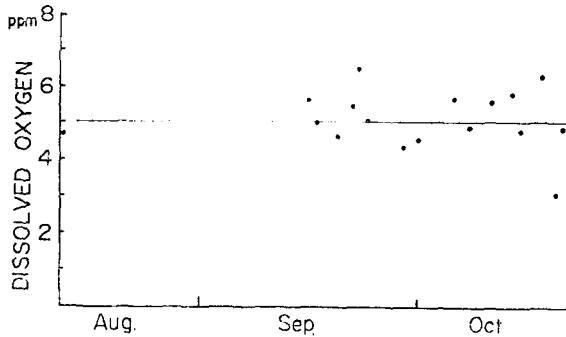


Fig. 4. Dissolved oxygen checked.

적을 때는 2.5 ppm의 低酸素에서 馴致된다고 한다. 따라서 본 實驗에서 酸素는 그런대로 만족할 만한 狀態로 維持되었다고 본다.

本實驗에 使用한 飼育裝置 II (Fig. 2)는 먹이 찌꺼기나 排泄物의 除去에 効果적인 水槽로서 水溫調節을 爲하여 注水되는 餘分의 물은 넘쳐 흘러서 항

상 밖으로 나가게 된다. 이때 이 물을 따라서 먹이 찌꺼기나 排泄物이 S部分에 모이게 되며 이 찌꺼기나 排泄物에서 녹아 나오는 有害한 成分은 항상 밖으로 흘러 넘치는 물을 따라 밖으로 나가기 때문에 飼育水槽內로 녹아 들어가지 못하게 되어 飼育水의 水質을 維持하는 데 効果的이며 모인 찌꺼기는 1日 1回 아래쪽 밸브를 열어주면 小量의 물과 함께 一時에 밖으로 빠져 나가게 된다.

다음에 이러한 水槽와 濾過裝置, 그리고 水溫調節을 爲한 注水量과 生産量과의 關係에서 經濟性檢討를 해보면 다음과 같다.

이 實驗水槽에서의 總生産量은 136尾에 12,005 g이고 消費된 總飼料量은 Table 1에서와 같이 乾燥重量으로 換算하여 21,696.6 g으로 飼料係數 1.80이었다. 이 生産量을 찌꺼기 除去와 酸素補充等の 目的으로 注水하는 地下水의 水量面에서 考察해 보면 Buss et al. (1970)의 報告에서 catfish를 流水式으로 飼育할 때 1分間 1l의 물이 注水될 때 3回의 實驗에서 各各 1.32 kg 1.53 kg 1.65 kg의 生産을 하였으며, 역시 catfish를 流水式으로 飼育할 때 Andrews et al. (1971)은 6.6 kg의 生産을 올렸다. 무지개송어의 例에서는 Scott and Gillespie(1972)등은 性能이 좋은 濾過裝置를 利用하여 1分間 1l의 물이 注水될 때 75 kg의 生産을 하였으며, Lewis and Buynak(1976)등은 性能이 좋은 生物濾過를 併用하여 11l/min당 71~113 kg의 生産을 올렸다. 本實驗에서의 結果는 24時間 注水로 換算하면 1l/min당 30 kg 生産에 該當된다. 이 結果는 Scott and Gillespie의 生産量이나 Lewis and Buynak의 結果보다 낮은 生産量이지만 위의 두 實驗에서는 거의 完全한 濾過方式을 使用하였고 本實驗에서는 극히 單純한 濾過만 하였으므로 조금만 濾過裝置를 改善하면 위의 두 實驗結果와 같은 生産은 되어질 것으로 보아진다. 그러면, 이 結果로부터 平地에서 夏季水溫이 17°C 前後의 地下水가 있는 곳에서 農業用 1馬力 小型單相 펌프로 한시간에 10 ton의 물을 揚水할 수 있고 小型의 濾過裝置가 있을 때 生産할 수 있는 무지개송어의 量에 대하여 그 經濟性을 檢討하여 보면 다음과 같다. 1時間 10 ton이면 1分間 166.6 l로 되고 이 實驗에서 使用한 장치의 面積 1m²는 0.4 l/min 分量을 爲한 것이므로 必要한 總面積은 1m² ÷ 0.4 × 166.66 = 416.75 m²로 된다.

그러나, 지금의 시설에서 적어도 지금의 4~5배의 容量이 기대되므로 필요면 적은 100 m²정도로 될 것이

다. 그리고 生産量은 水量이 1분에 1 l일때 30 kg의 生産이 可能하므로 166.66 l의 물이 注水된다면

$$30 \text{ kg} \times 166.66 = 5,000 \text{ kg}$$

生産可能하다. 이것을 販賣하면 現在國內의 무지개 송어의 시세는 1 kg當 3,000원 이상이므로

$$3,000\text{원} \times 5,000(\text{kg}) = 15,000,000\text{원}$$

이 된다.

여기에서 所要된 經費를 보면 먼저 飼料 값은 지금까지 消費된 飼料의 量에서 보면

$$\text{잉어용 pellet } 8,191 \text{ kg} \times @300 = 2,457.3\text{원}$$

$$\text{실지렁이 } 35,506 \text{ kg} \times @300 = 10,651.8\text{원}$$

$$\text{소간 } 3,507 \text{ kg} \times @1,600 = 5611.2\text{원}$$

합계 18,720.8원이다. 이는 約12 kg 生産에 所要된 것이므로 1 kg의 무지개송어를 生産하는데는 1,560원이 必要하다. 그러므로 5,000 kg을 生産하는데 飼料費는 $1,560\text{원} \times 5,000 \text{ kg} = 7,800,000\text{원}$

이 들게 된다.

다음에 地下水揚水 및 濾過裝置에 必要한 電氣料 金에서 첫째 地下水揚水에 必要한 經費는 1馬力揚水機(760w)를 24時間 稼動하고 199日間 分을 計算하면 總電力消費量은

$$760 \text{ w/h} \times 24(\text{時間}) \times 199(\text{日}) = 3629.76 \text{ kw}$$

로 되며 農業用電氣 1 k/hw에 約10원이므로

$$3629.76 \times 10\text{원} = 36,297.6\text{원}$$

이 된다.

다음으로 濾過에 必要한 電氣量은 이 實驗의 裝置 2에서 12 kg 生産時 1時間 1,030 l 였으므로 이 比率대로 循環시킨다면 5,000 kg 生産에 1時間 循環시켜야 할 水量은

$$1,030 \text{ l} \times 5000 \div 12 \div 429,166 \text{ l}$$

으로 되고 이에 必要한 動力 消費量은, 揚程 1.5 m Vertical 펌프를 使用했을 경우 5.9HP(4.4 kw) 으로 631 m³의 揚水가 可能하므로 (田代他, 1974) 4,29 m³의 揚水에는

$$4.4 \text{ kw/h} \times \frac{429}{631} \div 3 \text{ kw/h}$$

199日間 消費電力은

$$3 \text{ kw/h} \times 24(\text{時間}) \times 199(\text{日}) = 14,328 \text{ kw/h}$$

$$\text{電氣料量은 } 10\text{원} \times 14,328 = 143,280\text{원}$$

따라서, 電氣料金은 總179,577원이 된다.

여기에 飼料代를 합하면 5,000 kg을 生産하는데 드는 總經費는

$$7,800,000\text{원} + 179,577\text{원} = 7,979,577\text{원}$$

이 된다. 따라서 魚類販賣代金 15,000,000원에서 總經費 8,195,214원을 빼면 나머지 7,020,423원의 利

益이 남게 된다.

이 結果를 보면 平地에서 夏季水溫이 17°C의 물을 揚水할 수 있을 때, 7個月에 約 800만원의 經費를 들여서 무지개 송어를 飼育하면 700만원의 純利益을 올릴 수 있다. 그리고, 이 生産量은 効果인 濾過裝置를 使用하고 飼料를 改善하여 飼育하면, 現在보다 많은 生産量을 올릴 수 있을 것이고, 또 大幅인 經費의 節減을 期待할 수 있다.

要約

1977年 4月 25日부터 1977年 11月 10日까지 199日 間室內에서 小形の 循環濾過飼育裝置와 小量の 地下水를 利用하여 夏季氣溫이 높은 釜山地方에서 무지개송어의 飼育實驗을 한 바, 다음과 같이 希望인 結果를 얻었다.

1. 實驗水槽 2 (Fig. 2)의 크기는 가로, 세로 각각 1 m, 높이가 67 cm의 Stainless 水槽로 가운데 직경 20 cm, 길이 20 cm의 역 원추형의 침전부가 있고 그 끝은 직경 4 cm의 파이프에 연결되어 注水되는 물이 水槽밖의 Stand pipe를 통하여 밖으로 넘쳐서 排出된다. 水深은 40 cm 程度로 維持되었으며 濾過槽는 가로 세로 각각 23 cm, 길이 40 cm의 플라스틱 통에 깊이 30 cm로 직경 약 3~5mm되는 zeolite 石을 넣어 使用하였고 循環 펌프는 1時間에 약 1030 l 容量으로 循環率은 時間當 約 2.6회였다.

2. 水槽에 注水되는 小量の 물이 밖으로 나가면서 저거기를 밖으로 내보내게 되는 裝置는 飼育水의 水質維持에 크게 도움이 되었다.

3. 17°C 前後의 地下水를 約400 l의 飼育水에 1分間 0.59 l의 比率로 1日 平均 16時間 注水하였다면 7月 下旬 平均氣溫이 27.36 °C일 때 飼育水의 平均 水溫은 22°C 였으며 7月 上旬부터 10月 上旬까지 平均 水溫이 20°C~22°C 前後로 유지되었으나 무지개송어는 正常的인 成長을 하였다.

4. 간단한 濾過裝置를 하고 1分間 1 l의 물이 注水된다고 할 때 生産量은 30 kg의 計算이 나온다.

5. 南部地方에서 夏季水溫이 17°C 前後의 適當한 地下水와 小形の 濾過裝置 그리고 改良된 飼育水槽를 利用하여 무지개송어의 養殖이 可能하며 經濟的으로도 充分히 成立되고 飼料와 濾過裝置를 改善하면 生産單價는 크게 낮출 수 있고 생각된다.

文 献

- Andrews, J. W., L. 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.
- Buss, K., D. R. Graff and E. R. Miller (1970) : Trout culture in vertical units. *Prog Fish-Cult.* 32(4) : 187—191.
- 原田雄四郎・牛山宗弘 (1973) : ニジマス. pp. 107. 農山漁村文化協會. 東京
- Huet, M. (1975) : Textbook of fish culture. pp. 436. Fishing News (Books) LTD. Surrey.
- Kim, I-B., Y. U. Kim and J. Y. Jo (1977) : Rearing of the eel, *Anguilla japonica* in recirculating aquariums. *Bull. Korean Fish. Soc.* 10(2), 115—124.
- Leitrtz. E. (1960) : Trout and salmon culture. 長野縣水産指導所 (日本語版 pp. 194).
- Lewis, W. M., G. L. Buynak (1976) : Evaluation of a revolving plate type biofilter for use in recirculated fish production and holding units. *Trans. Am. Fish Soc.* 105(6), 704—708.
- 大分縣内水面漁業試験場 (1973) : 淡水養殖の手引き (ニジマス, エノハ). pp. 15. 大分縣内水面漁業試験場.
- 大渡齊・山崎隆義(1976) : 適正収容量と飼育環境. 養鱒の研究 pp. 18—30. 全國湖沼河川養殖研究会養鱒部會. 東京.
- Scott, K. R., D. C. Gillespie (1972) : A compact recirculation unit for the rearing and maintenance of fish. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 29, 1071—1074.
- Swingle, H. S. (1953) : The commercial rainbow trout industry. pp. 12. Mimeograph. Auburn Univ., Alabama.