

室內水槽를 利用한 무지개송어의 飼育實驗

金仁培* · 趙載潤**

REARING OF RAINBOW TROUT TO COMMERCIAL SIZE IN A INDOOR AQUARIUM

In-Bae KIM* and Jae-Yoon JO**

Rainbow trout were reared in a stainless steel aquarium from Nov. 11, 1977 to June 12, 1978, and the following results were obtained:

1. The volume of water was about 400 l in a aquarium measuring 1 m (Length) × 1 m (Width) × 67 cm (Height) and water depth 40 cm.

Water was supplied for about 16 hours daily at a rate 3 l/min and was drained through the conical settling part in the middle of the aquarium bottom. Filter tank was about 23 cm (W) × 23 cm (L) × 40 cm (D) and contained pebbles 30 cm in depth.

Water recirculation rate was about 1,030 l/hr, or 2.6 turn-over per hour.

2. During the first period (77 days), the trout grew from 88.3 g to 229 g in average, the total weight attaining 30.7 kg. The food coefficient was 1.249, average daily increment 243.3 g, average daily growth rate 1.245 %, and the mortality was 2 smallest fish weighing 53 g, owing to unknown reason. During the second period (135 days), the trout grew from 229 g to 555 g in average, the total weight attaining 57.2 kg. The food coefficient was 1.447, average daily increment 279.8 g, average daily growth rate 0.65 % and the mortality was 31 fish weighing 11,255 g, owing partly to miss-handling and partly to disease.
3. The feed consisting of fully domestic materials was prepared in this laboratory, and the feed conversion was not inferior to high protein commercial feed available in foreign countries.
4. The result of whole period for 212 days was 56.5 kg in gross increment, and based on this result, when 1 l/min full day inflowing water available, the net production will become 28.25 kg. So, if a 5,000 kg production is planned, 180 l/min or about 10.8 m³/hr of inflowing water will be required, and the production in value will become 15 million won at local price at the expense of about 5.3 million won.

From the result of this experiment, rainbow trout is feasible for commercial production in Korea with relatively small amount of well water and simplified water recirculation system.

序 言

무지개송어 (*Salmo gairdneri*)는 冷水性魚類로서 우리 나라 一部地方에서 養殖이 試圖되어 왔지만 겨울철 0°C 가까운 低水溫과 여름철의 25°C를 넘는

高水溫 등으로 成長과 健康에 障害를 받는 일이 많고, 또한 水量變動이 클하기 때문에 養殖適地가 크게 制限을 받고 있다. 이러한 問題들을 提案하여 年中을 通하여 溫度的 變化가 적은 地下水를 利用, 循環 濾過에 의한 물의 再使用法을 採擇하여 이 魚類의

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

** 濟州大學 水產學部, Faculty of Fisheries, Jeju National University

實驗方法

飼育에 관한 實驗을 Kim 및 Jo(1977)가 報告한 바 있는 것을 繼續하여 商品化될 수 있는 크기까지 釜山水產大學魚類養殖研究室에서 成長시키면서, 이에 隨伴되는 여러 가지 問題를 다루었다.

이 實驗에서 特記할 만한 事實은 國內에서 調達될 수 있는 原料로 實驗실에서 飼料를 만들어 利用한 點과 比較的 少量의 地下水로 產業的으로 부지개송 어를 養殖할 수 있다는 結論을 얻은 點 들이다.

이 實驗을 施行하는 동안에 學生論文實驗을 兼하여 手酷하여 준 金玉珠, 李淑姬, 金玉水 및 補助役 割을 해준 研究室의 여러 學生들에게 感謝한다.

飼育實驗을 한 裝置와 魚類는 Kim 및 Jo(1977)의 研究에서 使用하던 것을 그대로 繼續하여 利用하였다. 即, 水槽는 100 cm×100 cm×67 cm (H)의 스테인레스 수조에 水深은 約 40 cm로 하여 水量이 約 400 l로 維持되었으며, 濾過裝置는 23 cm×23 cm×40 cm (D)의 플라스틱통에 깊이 30 cm 되도록 容안 정도의 자갈을 채웠으며, 물의 循環은 1時間 약 1,030 l였고, 따라서 1時間 約 2.6回轉되었다. 水溫調節 및 汚物流出을 위한 水流를 유지하기 위하여 注入되는 샘물의 量은 每分當 約 3.0 l, 아침 8時부

Table 1. Feed ingredients used for trout rearing (%)

Ingredient	Unit price(₩/kg)	TF-1	TF-2	TF-3	TF-4
Silkworm pupae	330	50.0	20.0		60.0
Fish meal	330		40.0	60.0	
Soybean meal	300		10.0	10.0	10.0
Flour	145		25.0	25.0	22.0
Dry bread	90	42.0			
Dry yeast	1,000	5.0			
Malt	1,000		3.0	3.0	5.0
Bone meal	500	1.0			
Vitamin mix.	4,200	1.0	1.0	1.0	1.0
Salt	150	1.0	1.0	1.0	1.0
Total		100.0	100.0	100.0	100.0
Material price per kg(₩)		301.30	337.75	333.75	363.4
Period given		Nov. 11~ 24.'77	Nov. 25'77~ Jan. 6.'78	Jan. 7~ Jan. 18.'78	Jan. 19~ June. 12.'78
Total feed given(kg)		2.817	2.616	3.406	69.232
Subtotal cost(₩)		848.8	883.6	1,150.4	25,158.9
Total		78.071 kg	28,041.7 won	(Average ₩359.18)	

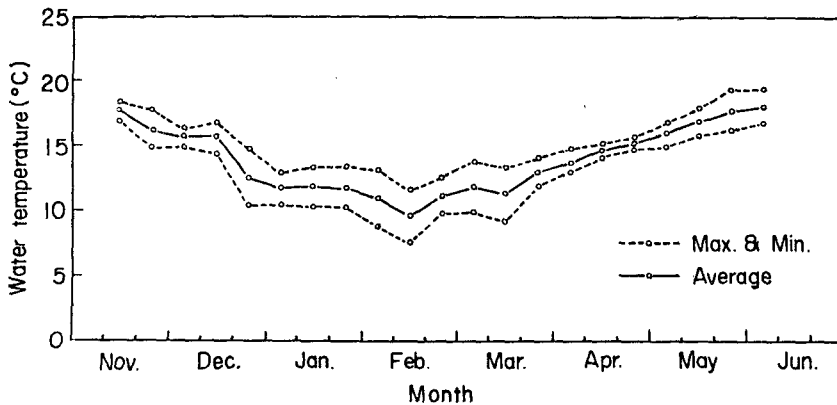


Fig. 1. Temperature fluctuation of rearing tank water.

Table 2. Water temperature during experiment (°C)

Period	Range	Mean
1. Nov. 11~20	17.3~18.0	17.82
21~30	15.0~17.8	16.34
Dec. 1~10	15.0~16.5	15.59
11~20	14.5~17.0	15.44
21~30	10.5~14.8	12.88
Jan. 1~10	10.7~13.0	12.26
11~20	10.5~13.5	12.54
21~27	11.0~13.0	12.21
Nov. 11~Jan. 27	10.5~18.0	14.38
2. Jan. 28~31	10.3~13.5	11.57
Feb. 1~10	8.9~13.2	11.28
11~20	7.9~12.3	10.44
21~28	9.9~12.7	11.28
Mar. 1~10	10.0~13.9	12.64
11~20	9.3~13.4	11.83
21~31	12.0~14.2	13.33
Apr. 1~10	13.0~14.7	13.96
11~20	14.8~15.3	14.83
21~30	14.2~15.8	15.09
May 1~10	15.0~17.0	15.87
11~20	16.0~18.1	16.63
21~31	16.3~19.0	17.56
June 1~12	16.9~19.2	18.01
Jan. 28~Jun. 12	7.9~19.2	13.88

터 밤 12時까지로 1日 約 16時間 注入되었다.

水中酸素의 補給을 위해서는 注入水를 射出시켜 水中에 強하게 注入할 때 거품이 나게하고, 또 補助的으로 Blower 펌프를 利用 Air stone을 通하여 氣泡를 注入하였다.

供給된 飼料은 모두 本研究室에서 만든 것이며, 그 成分과 使用期間은 Table 1에 表示한 바와 같다. 그 原料는 모두 國內에서 調達되었으며, 초코로서 Pellet로 만들고 風乾시켜서 使用했다. 每日 供給할 飼料은 한꺼번에 秤量하고, 처음 午前 10時부터 11時 사이에 먹는 狀態에 따라서 充分한 量을 주고 남은 것은 午後 1時부터 2時 사이에 供給했다.

結果 및 考察

飼育實驗結果는 1977年 11月 11일부터 1978年 1月 27日까지의 77日間을 第1期로 하고, 그 後 6月 12日까지의 135日間을 第2期로 하여 整理했으며 (Table 3), 다시 全期間을 通한 結果로 나타내기로 한다.

第1期인 처음 77日間에는 平均水溫 14.3°C (Table 2, Fig. 1)下에서 平均体重 88.3g 되는 稚魚 136尾로부터 平均 229g 되도록 成長하였으며, 1日 平均成長率은 1.245%, 그 동안에 폐사한 것은 總數 작은 것 2尾 53g 있는데, 그 正確한 原因은 明白하지 않다. 그리하여, 죽은 것을 合한 總增重量은 18,748g, 이를

Table 3. Result of the rearing

Rearing period (days)	Temp. range(°C) (mean)	Stocking			Yield			Growth rate	
		No.	Weight (g)	Mean (g)	No.	Weight (g)	Mean (g)	Total (times)	Daily average(%)
1. Nov. 11,'77~ Jan. 27,'78 (77)	10.5~18.5 (14.3)	136	12,005	88.3	134	30,700	229.1	2.593	1.245
2. Jan. 28~June 12,'78 (135)	7.7~19.5 (13.8)	134	30,700	229.1	103	57,200	555.3	2.424	0.658
Whole period (212)	(14.0)	136	12,005	88.3	103	57,200	555.3	6.289	0.871
Rearing period (days)	Mortality		Gain		Feed given (g)	Feed coefficient			
	No.	Weight(g)	Total (g)	Daily average (g)					
1. Nov. 11,'77~Jan. 27,'78 (77)	2	53	18,748	243.4	23,421	1.249			
2. Jan. 28~June 12,'78 (135)	31	11,255	37,755	279.8	54,650	1.447			
Whole period	33	11,308	56,503	266.5	78,071	1.381			

爲해서 投與된 總飼料의 量은 23,421 g였으므로 飼料係數는 1.249 있다.

이 結果를 獨逸의 Gropp 등(1976)이 實驗한 그들의 표준 사료(魚粉 70%, 魚油 8%, 피로퍼온산소다 0.3%, 비타민混合 2%, 교질화소麥粉 19.7%)에 의한 飼育結果(水溫은 平均 13.8°C, 88日間)인 飼料係數 1.33 보다도 좋은 飼料轉換效率를 나타낸 것으로 된다. 그리고, 그 동안의 成長率을 보면 77日間에 2.593 배 成長, 따라서 1日平均 成長率은 1.245 %로 된다. 이것을 Hill(1976)이 貯水池水를 利用한 循環水路內에서 水溫 5~25°C (平均 13.875°C) 下에서 129日間에 平均 54.9 g 부터 253.9 g 까지 成長시킨 結果 全成長率 4.658 배, 따라서 1日 平均 成長率은 1.1999% 된 것과 比較해서도 오히려 더 빠른 平均成長을 한 것으로 된다.

이 期間中 지느러미腐蝕病을 治療하기 위하여 Formalin 750 ppm, Malachite green 14 ppm 되도록 하여 10分間씩 5회에 걸쳐 藥浴시켰으며, 그 結果는 등지느러미, 가슴지느러미 및 꼬리지느러미의 끝부분에 나타나서 腐蝕시켜 들어가는 水生菌에 對하여 強한 抑制效果를 나타내고, 完全히 治癒되는 것도 많았다.

第2期인 남은 135日間에는 平均水溫 13.8°C 下에서 134尾 平均体重 229 g 에서 充分한 商品크기인 555 g 되도록 103尾가 成長하여 總重量 57,200 g 였으며, 그동안의 1日平均成長率은 0.658%, 그동안에 죽은 것이 31尾 11,255g 였고, 이것을 합한 總增重量은 37,755g 였다. 이 때에 먹인 總飼料의 量은 54,650 g 였으므로 飼料係數는 1.447 이 된다. 이 結果는 前記한 第1期 보다는 若干 낮은 飼料效率를 나타낸 것이기는 하나, 充分히 産業성이 있는 效率이 된다. 이 期間中 比較的 높은 斃死率을 나타내고, 또 若干 떨어지는 飼料效率를 나타낸 理由는 總水量 約 400l 속에 總魚体重이 57.2kg 이나 되는 高密度에 이르고, 따라서 總水量의 14%나 되었고, 또 平均 注水量이 每分 魚体重 28.6kg 당 1l에 該當한 比較的 少量의 注水量인데도 아주 簡單한 濾過槽만을 使用한 때문이라고 보아야 할 것이다. 即, 이때의 濾過用 자갈의 量이 15.87l 였으므로 魚体量容積의 約 27.7%에 不週했으며, 同時에 濾過循環水量도 1時間 約 2.6回轉(1回轉에 23.3分所要)에 不週한 點等 收容魚의 量에 比較하여 飼育施設이 不充分했다는 點이 認定되어야 할 것이다.

斃死한 31마리의 內譯을 보면 大部分인 25마리

는 甚한 지느러미 腐蝕病 때문에 가슴지느러미와 꼬리지느러미에 出血을 일으켜 죽고, 3마리는 他處에 分讓했고, 2마리는 藥物處理後 藥物中毒에 의해 죽고, 남은 1마리는 行方不明되었다.

藥物處理는 1978年 3月 25日에 第1飼育期 때와 같은 濃度로 하다가 4月 9日에는 Formalin 1000 ppm, Malachite green 18.7ppm로 藥浴時間은 7分間으로 했으며 그 後 5日間으로 反復施行하였다. 지느러미腐蝕病은 藥物處理後 明白히 好轉되지만 上記한 바와 같이 水質管理가 施設上의 理由로 無理가 있었기 때문에 다시 惡化되는 傾向을 나타내곤 했다. 藥物處理는 大渡·山崎(1976)에 따라 可及의 高濃度로 短時間 處理하는 方向으로 하여 Malachite green 이 肝에 蓄積되는 것을 抑制하도록 努力했으나, 탱크內에서 藥浴時는 處理後의 還水에 所要되는 時間때문에 藥浴時間의 調節에 特別한 注意를 要한다.

以上の 結果를 212日間の 全飼育期間을 通해서 綜合計算해 보면 (Table 3), 平均日間成長率 0.871%, 總增重量 56,503 g, 日間平均增重量 266.5 g, 飼料消費量 78,071g, 飼料係數 1.38 이 된다.

飼育期間中 水溫(Table 2, Fig. 1)의 變化를 보면 第1期の 平均은 14.3°C, 第2期の 平均은 13.8°C 全期間의 平均은 14.0°C 였다. 그리고 最下平均水溫은 2月上旬의 10.4°C, 最高은 6月上旬의 18.0°C로 모두가 무지개송어의 成長에 良好한 範圍였다.

水中溶存酸素量은 4.35ppm로부터 7.3ppm의 範圍內에서 測定되어었다. 大渡·山崎(1976)에 의하면, 3.5~4.0ppm 이상이면 무지개송어가 잘 成長하고, 그 以下에서 나빠지며, 2.5~3.0ppm을 變曲點으로 하여 그 以下에서는 모든 飼育成績이 나빠진다고 했다. 따라서 本實驗에서는 充分한 酸素量이 維持되었다고 볼 수 있다.

다음에 이 實驗結果를 土臺로 하여 約 5000kg의 송어를 生産하기 위한 經濟的考察을 해보기로 한다. 即 이번 實驗의 增重量 56.5kg의 約 90倍의 規模로 해서 檢討한다.

첫째 이를 위해 所要되는 地下水量은 이번 實驗施設의 경우보다 약 90倍인 180 l/min 24時間注水, 1日時에는 10.8m³로 된다. 1時間當 10.8m³의 地下水掘水를 위해서는 約 1HP(760W)의 펌프가 所要되므로, 212日間の 電力料金을 農業用인 1KW/hr 당 약 10원으로 計算해 보면 다음과 같다.

$$10원 \times 0.76(KW/hr) \times 24(hr) \times 212(일) = 38,668 원$$

그리고 이와 순환에 필요한 電力은 다음과 같게

室內水槽를 이용한 무지개송어의 飼育實驗

된다. 이번 實驗의 循環水量 1,030 l/hr의 90倍인 92,700 l/hr를 循環시키기 위해서는 揚程 1.5m 되는 軸流 Vertical pump使用을 기준으로 하면 5.9 HP (4.4KW)으로 631m³/hr의 揚水가 可能하므로(田代他, 1974) $4.4KW/hr \times \frac{92.7}{631} = 0.646KW/hr$ 의 펌프가 소요된다. 이를 위한 電力料金は 10원×0.646 (KW/h)×24(h)×212(日)=32,889원으로 된다. 따라서 총 動力料金は 71,557 원으로 된다.

다음에 所要될 飼料의 量은,

$5,000kg \times 1.381(F.C) = 6,905 kg$ 이고,

그 價格은 $359.18 \text{ 원} \times 6,905(kg) = 2,480,137 \text{ 원}$, 시

설 소요 면적은 水面積 90m², 여과조 시설을 별도로 한다면 0.09m²(30cm×30cm)의 90倍인 8.1m²를 습하여 98.1m²로 된다. 付帶施設을 습하여 1m²당 10만원이 소요된다면 시설비가 9,810,000 원이 되고, 年間減價償却을 10%로 잡아 981,000 원으로 계산한다.

人件費는 月間 1명 15만원씩 7個月分 105만원이고, 其他雜費를 月間 10만원씩 7個月分 70만원이다. 種苗는 便宜上 그 重量을 除外하고, 純全히 增重價値에만 의존 檢討한다.

Table 4. Economic calculation in case of 5,000kg net production

(unit in won)

Income	Costs
3,000×5,000(kg)*=15,000,000	1. feed 359.18×5,000(kg)×1.381(F.C)=2,480,137
	2. electricity Inflowing water pump 38,668 Recirculation water pump 32,889
	3. personnel 150,000×7(month)×1= 1,050,000
	4. depreciation(10%) 981,000
	5. miscellaneous 700,000
	Total 5,282,694
Profit ₩9,717,306	
(When the unit price of the product downs to 2,000 won per kg:	
Profit ₩4,717,306)	

* Weight of seedlings excluded.

生産된 增重量 5,000kg의 國內市販價格을 3,000원으로 잡으면 총 1,500만원으로 된다. 이것을 Table 4에 정리해보면 純利益이 9,717,306 원으로 된다. 현재의 國內 時勢는 都賣價 1kg당 4,000~5,000 또는 그 이상이며, 앞으로 生産이 增加하여 1kg당 2,000 원까지 下落했다고 假定해도 純利益금이 4,717,306원으로 되며, 이 方法에 準해서 充分히 企業을 할 수 있다는 結論이 나온다.

한가지 留意할 점은 이번 實驗의 後期에 比較的 높은 斃死率을 나타내었는데, 이 점은 보다 効能的인 濾過施設의 具備과 早期藥品處理等으로 斃死率을 낮출 수 있다고 생각된다. 特히, 지느러미 腐蝕病(Finrot)은 Davis(1953)도 指摘한 바와 같이 密集된 狀態에서 잘 일어난다고 했고, 病이 甚해지기 前에 治療한 것이 必要하며, 또 못이나 器具등도 모두 完全히 消毒할 것이 基本的이라고 했는데, 이러한 見地

에서도 野外 流水式이나 一般池中養殖의 경우보다 高密度方式인 循環濾過式에 있어서 그 實施가 훨씬 容易할 것으로 認定된다.

要 約

1977年 11月 11日 부터 1978年 6月 12日까지 釜山 水産大學 研究室의 實驗水槽内에서 飼育實驗한 무지개송어의 成長結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 飼育水槽는 1m×1m×0.67m(D)의 스테인레스水槽에 水深 40cm(水量 400l)로 유지하고,水槽의 바닥은 直徑 20cm, 길이 20cm의 逆圓錐形的 沈澱排水部가 있어서, 連續注水되는 量만큼의 물이 水槽内の 汚物과 함께 水槽밖의 스텐드파이프를 통하여 밖으로 排水되었다. 注水는 1分당 3l, 매일 약 16時間 계속하였다(24時間基準 1分당 2l).

水槽內에 設置된 簡易濾過裝置는 크기 23cm×23cm×40cm(D)의 플라스틱통에 깊이 약 30cm 되도록 자갈을 넣었고, 濾過循環水量은 1時間당 平均 1,030l 였다. 따라서, 廻轉率은 1時間당 約 2.6回 된다.

2. 第1期인 처음 77日間에 平均 88.3g 부터 229g 으로 자랐고, 총重量은 30.7g으로 되었다. 이 때의 飼料係數는 1.249, 日間平均成長率은 1.245%, 日間平均成長量은 243.4g 였다. 그 동안의 斃死는 작은 것 2尾, 53g 였다.

第2期인 135日間에는 平均229g으로 부터 555g으로 자랐고, 生存한 것은 103尾 57.2kg 였다. 그동안 事故, 病死, 其他 理由로 던어낸 것이 31尾, 11,255g 였다. 이 期間中의 飼料係數는 1.447, 日間平均成長率 0.658%, 日間成長量은 平均 279.8g 였다.

全期間을 통한 212日間の 結果를 綜合하면 成長率 6.28倍, 日間平均 成長率 0.871%, 日間平均成長量은 266.5g, 飼料係數 1.381을 나타낸다.

3. 먹이는 國內에서 自給할 수 있는 魚粉, 번데기를 主原料로하여 研究室에서 製造하여 使用하고 그 結果는 外國의 高蛋白質商品飼料에 의한 飼育結果에 못지 않는 成長率과 飼料效率을 나타냈다.

4. 이번 結果를 그대로 適用하여 5,000kg의 生産 施設을 만들면, 所要되는 地下水量은 1時間 約 10.8 m³, 212日間 飼育한다고 보면 約 530만원의 經費로

970만원의 利益이 나오는 計算이 되므로, 어느 정도 地下水가 確保된다면 企業的으로도 充分히 成 立된다고 생각된다.

文 獻

- Davis, H. S. (1953): Culture and Diseases of Game Fishes. Univ. California Press. pp.332.
- Gropp, J., H. Koops, K. Tiewes and H. Beck(1976): Replacement of fish meal in trout feeds by other feedstuffs. FAO Tech. Conf. Aquaculture. FIR:AQ/Conf/76/E. 24. pp.ii+10.
- Hilli, T. K. (1976): An experiment in growing rainbow trout in recirculated water. Ditto. E. 27. pp. i+4.
- Kim, I. -B. and J. Y. Jo(1977): An experiment on the rearing of rainbow trout in the indoor aquarium in Busan. Bull. Korean Fish. Soc. 10(4), 267—273. (In Korean)
- 大渡齊·山崎隆義(1976): 養鱒の研究. pp.178. 全國湖沼河川養殖研究會養鱒部會, 東京.
- 田代文男(1974): 飼育施設. 養魚講座 10. ニジマス pp. 28—45. 綠書房. 東京.