

# 無濾過槽 循環水 飼育裝置內에서의 Tilapia의 成長

金 仁 培 · 姜 石 中

釜山水產大學 養殖學科

## The Growth of Tilapia in a Closed Water Recirculating System without Filter Bed

In-Bae KIM and Seokjoong KHANG

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

Red tilapia fingerlings were tested for 45 days on the growth rate in a closed recirculating water system omitting filter bed and was compared with common carp fingerlings grown together in the same tank and also with red tilapia fingerlings grown in a well conditioned conventional pond.

The tank water was kept in deepgreen colour by heavy phytoplankton bloom during the most of the experimental period and duckweeds, *Lemna* sp. and water hyacinth, *Eichhornia crassipes* were put to grow in the parts of the water system. Total ammonia level in the tank was mostly kept at about 5 to 7 ppm, with a fluctuation between 3.4 and 11.2 ppm.

Average daily growth rate of the tilapia in the experimental tank was 6.5112 % without any mortality, compared to 3.617 % for common carp fingerlings involving some mortality in the same tank, and to 5.7712 % for the tilapia grown in the conventional pond.

The feed used for the experiment was one prepared for the rearing of common carp, and the duckweed grown in parts of the water system was routinely collected and fed to the tilapia in the tank as supplementary diet probably satisfying unknown growth factors.

### 緒 言

Tilapia는 대부분 熱帶 亞熱帶 지역의 못에서 飼育되고 있으며 廣監性으로 淡水 기수 지역에서도 잘 자라고 심지어 海産魚와도 混合養殖이 可能的種이다(Chervinski, 1971).

養殖되고 있는 種類도 대단히 많으며, 雜種에 의한 種의 다양한 變化도 생기고 있다. 특히 이 중에서 우리 나라에는 日本에서 도입된 붉은 Tilapia가 그 좋은 예이다(Kim, 1980).

植物質과 低級質 飼料로서 저렴한 生産價格으로 生産할 수 있어서 飼料需給面에서는 대단히 유리한

養殖種이며, 또한 海産魚 값이 높아지고 있는 趨勢에 비추어 붉은 돔의 代替魚로서 利用 可能性이 높아지고 있다. 그러나, Tilapia는 계속적인 産卵繁殖 때문에 못 養殖에서는 항상 商品 크기에 도달하기도 전에 過密度로 되어서 成長이 中止되기 때문에 이것이 養殖開發의 主된 制限要素가 되고 있다. 또 우리 나라에서는 Tilapia 成長에 必要한 여름 高水溫期가 짧아서 露池養殖이 不利하기 때문에 溫室을 利用한 高密度 循環濾過式 飼育 技術이 必要한 實情이다.

지금까지 使用된 循環濾過式 方法은 주기적인 濾過槽 利用時 과대한 建設 費用이 드는 면이 있다.

그러므로, 이러한 問題點을 감안하여 濾過槽가 없는 循環水 飼育 條件下에서 붉은 Tilapia를 잉어와 混合飼育한 結果를 같이 飼育한 잉어의 成長과 比較해서 탱크내에서의 Tilapia의 高密度 養殖可能性을 檢討하였다.

## 方 法

1981年 여름 釜山水產大學 養魚場에 設置한 無濾過槽 循環飼育裝置의 탱크내에서의 잉어 稚魚와 混合한 붉은 Tilapia의 成長結果를 같은 탱크내의 잉어 稚魚의 成長 및 別途의 露池에서 飼育한 붉은 Tilapia의 成長 結果와 比較 檢討하고 이에 隨伴되는 問題點에 對한 考慮를 하면서 앞으로 이러한 飼育裝置에서의 Tilapia의 事業的 可能性에 對해서 言及하였다.

實驗에 利用한 탱크는 Kim and Lee (1981)의 實驗에 利用한 잉어 稚魚 飼育用의 1個인 10,000尾群 탱크였으며 여기에 붉은 Tilapia를 添加 混養하고, 또 露池飼育에 利用한 것은 循環 탱크 바로옆에 있는 곳이었으며, 面積 478 m<sup>2</sup> (25.7 m × 18.6 m) 水深은 約 60 cm로 維持되었다. 그리고, 池内에는 말뚝 (*Trapa natans*)을 비롯하여 해감 (*Spirogyra* sp.), 개구리밥 (*Lemna* sp.), 배옥잠 (Water hyacinth, *Eichhornia crassipes*; 朴, 1949) 등이 많이 자라고 있어서 Tilapia 稚魚의 成長에는 最適條件을 갖춘 것으로 보아졌다.

前述한 實驗飼育 탱크는 Kim and Lee (1981)에 詳細히 言及되어 있지만 그 概要를 보면 탱크의 크기 7 m<sup>2</sup>, 水深 約 50 cm로 유지되고 繼續하여 물이 循環하면서 糞이나 먹이 찌꺼기 등은 即時 沈澱除去시키도록 되어 있다. 그리고, 富營養化된 水質成分에 의하여 植物性 Plankton의 濃도가 높게 維持되는 同時에 補助沈澱 탱크에 繁殖시킨 개구리밥 및

排水路에 成育시킨 배옥잠이 잘 成長하였다. 이들 植物을 繁殖시킨 目的은 水中에 蓄積되는 營養鹽을 除去하고 可能的 限 암모니아濃度の 減少를 期待해서였다.

收容한 實驗用 稚魚中 Tilapia는 約 16 m<sup>2</sup>되는 콘크리트 탱크못에서 保溫目的으로 透明 비닐 膜을 덮어서 水溫을 上昇시키고 붉은 Tilapia 親魚를 配合 收容하여 生産된 것이었다.

一次로 生産된 1,981 마리 (重量 3,217.2 g, 平均 1.62 g)는 7月 3日 露池에 收容하고 다음 회에 生産된 1,345 마리 (重量 1,166 g, 平均 0.86 g)는 잉어 稚魚 9,551尾 (5,985g, 平均 0.62 g)와 함께 實驗 탱크에 收容하였다 (Table 1).

本 實驗에 使用한 飼料의 成分과 形態는 Kim and Lee (1981)에서 使用한 것이었으며, 即 Pellet를 만든 후 Crumble로 만들어 주었다. 飼料粒子의 크기는 實驗初期에는 1.2 mm, 實驗 末期에는 3.3 mm 정도였다. 대개 08:00~18:00 까지 30分 간격으로 여러 차례 나누어 주었다. 또 여기에 添加해서 Tilapia는 主로 植物食性인 點을 考慮해서 補助沈澱 탱크에 넣어서 成長시킨 개구리밥을 매일 約 70 g (습 중량)을 주었다.

實驗 탱크내의 魚體重測定은 8月 17日, 27日 및 9月 8日에 100尾씩 무작위 추출해서 成長도를 觀察했으며, 처음 放養時와 마지막 測定은 全體尾數와 무게를 점검하였다.

水質測定時 pH와 溶存酸素量은 HORIBA U-7 水質 Checker를 利用했으며 암모니아는 ORION 407 Specific ion meter를 利用해서 總암모니아량을 測定했다.

## 結 果

實驗魚類의 成長 結果는 Table 1 및 Fig. 1에 表示한 바와 같다. 即 無濾過槽 循環水 飼育裝置內

Table 1. Growth data of the fish reared for the experiment

Division	Fish species	Period (days)	W. T. (mean) (C)	Number of fish	Stocked		Yield		Gain (g)	Growth rate	
					Weight (g)	Mean (g)	Weight (g)	Mean (g)		Total (times)	Daily (%)
Experimental tank	Tilapia	Jul. 28- Sep. 13(48)	19.8-34.1 (26.15)	1345	1,166	0.867	24,088	71.91	22,920	20.6574	6.5117
	Common carp	"	"	9551	5,985	0.627	33,784*	3.53*	27,799*	5.6447*	3.6714*
Pond	Tilapia	Jul. 3- Aug. 16(45)	23.5-32.0 (28.3)	1981	3,217	1.624	40,188	20.2	36,971	12.4919	5.7717

\* Mortality involved.

에서 平均 0.86 g 되는 붉은 Tilapia 1,345尾 (1,166.5 g)를 수용해서 7月 28일부터 9月 13일까지 平均 水溫 26.2°C에서 飼育했을 때 1尾의 斃死魚도 없이 平均 17.91 g으로 되었으며, 이때의 成長倍數는 20.65倍, 1日成長率 6.51%를 나타내어 잉어보다 월등히 빠른 成長을 하였다. 그런데 같이 收容한 잉어의 경우는 平均 0.6 g 짜리 9,551尾 (5,985 g)를 45日間 飼育했을 때 그동안 斃死한 것 480尾를 包含하여 平均 3.53 g으로 되어서 成長倍數 5.64倍, 1日成長率 3.67%를 나타내었다.

한편, 7月 3일부터 8月 16일까지 못에서 飼育한 붉은 Tilapia는 平均 水溫 28.3°C에서 平均 1.6 g 짜리 1,981尾 (3,217.2 g)를 48日間 飼育했을 때 平均 20.3 g으로 되어서 成長倍數 12.49倍, 1日成長率 5.77%를 나타내었다.

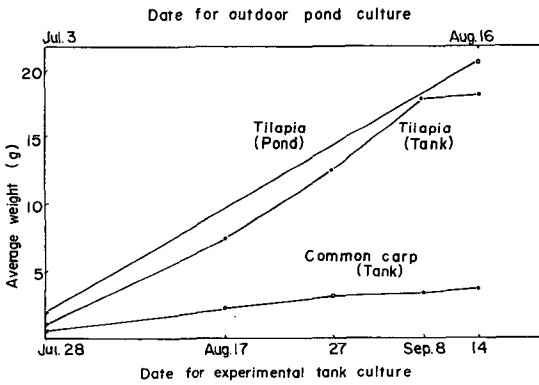


Fig. 1. Growth curves of the fish experimented.

### 考 察

實驗탱크內에서 成長시킨 Tilapia와 잉어의 심한 成長 差異는 同一環境內에서 잉어에게는 成長을 저해하지만 Tilapia에게는 아무런 支障을 주지 않고 잘 成長할 수 있다는 것을 보여주고 있다. 특히, 濾過槽를 設置하지 않았기 때문에 水中의 암모니아濃度가 계속 높게 유지되었으며 (Table 2), pH 7.2~7.6 範圍에서 보통 5~7 ppm으로 유지되고 一時的으로는 11.2 ppm까지 檢出된 일이 있는데 이러한 狀態는 잉어에게는 生活 저해 作用을 하리라고 짐작되는 範圍이다. 그런데도 같이 收容한 Tilapia稚魚는 모두 健康하게, 또한 斃死率도 없이 1日 6.5%의 빠른 成長率을 한 點은 이러한 方式의 飼育裝置에서 事業적으로 Tilapia를 飼育할 수 있다는 側面

을 보여준다.

이번 實驗에서 Tilapia의 營養的 側面에서 考慮해 보면 Fish Farm. Int. (1979)에 의하면 高蛋白 飼料인 송어 飼料만으로 Tilapia를 飼育했을 때 肝의 部分的 破壞와 脂肪變性を 유도하는 脂肪形成이 增加되어서 實驗 도중 斃死魚가 생겼다는 보고가 있었다. 이런 點을 감안해서 本實驗에서는 蛋白質 比率이 若干 낮은 잉어 飼料를 供給함과 同時에 Tilapia가 必要한 營養을 充分히 갖춰준 것으로 인정된다. 그리고 飼育水中의 窒酸鹽 蓄積을 막기 위해서 補助沈澱槽에 개구리밥을 번식시킨 外에 탱크에서 펌프로 가는 水路에 배옥잠을 成長시켰다. 이와 같이 해서 水面의 植物成長과 水中의 植物性 Plankton 成長에 의해서 窒酸鹽 등의 蓄積 防止는 勿論, 水中 암모니아量의 減少도 期待했었지만 結果의으로는 앞서 指摘한 바와 같이 比較的 높은 암모니아含有量을 계속 나타내었다. 그리고, 一時的으로 암모니아量이 11.2 ppm 以上으로 上昇한 것은 水路에 成長시킨 배옥잠의 아래일의 一部分이 죽어서 腐敗한 것을 모르고 버려두었기 때문이었다. 그러므로, 水面에 배옥잠을 成長시킬 때는 過密成長한 것은 周期的으로 除去하고, 물속으로 떨어져 나간 것을 계속해서 掃除해 내도록 努力할 必要가 있다.

개구리밥은 分割成長된 작은 個體가 水面에 浮遊해 있으므로 이와 같은 問題는 없었다. 또한 條件이 좋을 때는 2日 만에 2個體로 되어 배옥잠보다 成長이 약간 빠르므로 (Head and Splane, 1979) 계속해서 Tilapia의 먹이로 供給해도 一定量을 유지할 수 있었으며 Tilapia가 먹기에 適合한 크기였다. 이런 點에서 볼 때 개구리밥은 水質淨化側面 外에도 Tilapia와 같은 植物食性 및 雜食性魚類 飼育時 먹이로 供給될 때 U. G. F. (Unknown growth factor)의 補給效果를 가지는 有用植物로서 고려된다.

一面 Tilapia의 가장 보편적인 生産方法인 露池에서의 飼育結果와 比較해 보기로 한다. 水溫狀態를 보면 Fig. 2에 나타난 바와 같이 못에서는 平均 28.5°C였고 탱크에서는 26.2°C로 못의 條件이 有利하였다. 그러나, Tilapia의 成長速度를 보면 못에서는 1日成長率 5.77%였는데 反해서 탱크에서는 6.5%로써 오히려 탱크쪽이 약간 빠른 成長을 나타내어 實驗탱크에서도 못에서의 成長과 同等의 結果를 나타내고 있다. 여기서 탱크內에서 약간 더 높은 成長率을 나타내었지만 처음 放養時 탱크에는 0.8 g 짜리 種苗를 使用했고 못에는 이 보다 2배나 큰

Table 2. Water quality monitored in the recirculating culture system without filter bed during rearing experiment

Item	Date						
	Jul. 28	Jul. 30	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 11	Sep. 4	Sep. 8
Water temperature(C)	34.1	33.2	32.1	30.2	28.9	24.9	23.5
pH	7.5	7.3	7.6	7.5	7.4	7.2	7.6
Ammonia-N(ppm)	6.6	6.8	5.2	6.6	8.1	11.2	3.4

\* This high rate of ammonia was detected after accidental accumulation of sludge resulting from partly decaying plant material of water hyacinth under contactor net material, which was installed on Aug. 29.

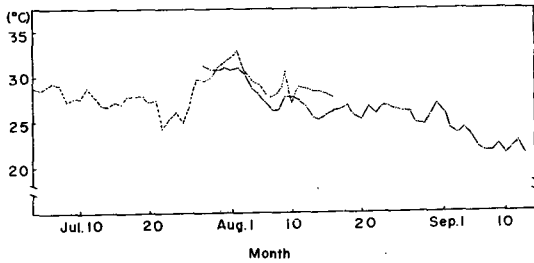


Fig. 2. Mean water temperature in the tank (—) and pond (···).

1.6g 짜리 種苗를 사용했으므로 어릴 수록 成長이 빠르다는 魚類成長過程에서 오는 差異라고 생각하면 거의 같은 速度의 成長率이라고 보아야 할 것이다.

以上の 結果를 考察해 볼 때 Tilapia는 이번 實驗裝置에서도 露池에서의 成長만큼 충분히 成長할 수 있다는 것을 알 수 있다. 즉 吳 養殖에만 適合하다는 지금까지의 생각을 초월해서 탱크내에서도 다른 種과 混合高密度 養殖이 可能하며 대부분의 魚類飼育 時間題가 되어 온 높은 암모니아濃度에도 크게 影響을 받지 않았다.

특히, 吳 養殖의 경우 계속적인 産卵에 依한 過密度 問題도 탱크 내에서는 産卵이 抑制되므로 (Suffern, 1980) 이번 實驗에 使用한 濾過槽없는 循環水 飼育裝置내에서의 飼育實驗은 앞으로 Tilapia를 産業的으로 生産하는 System 確立에 밝은 展望을 보여주었다. 그러나 以上の 結果는 탱크내에 收容된 全量의 密度는 7m<sup>2</sup>에 1萬尾 基準으로 높은 便이었으나, 그 中 Tilapia의 數는 不過 1,345尾였다는 點에서 앞으로 Tilapia 單一養殖의 實驗을 해 볼 必要가 있다고 생각된다.

### 要 約

1981年 여름 閉鎖式 循環飼育 裝置에서 붉은 Ti-

lapia 稚魚를 잉어稚魚와 混合하여 45日間 飼育 實驗을 行하여 그 成長 結果를 比較 檢討하고 또한 好適條件의 露池에서 成長한 붉은 Tilapia 稚魚의 成長과도 比較하여 보았다.

탱크는 대부분의 實驗期間동안 심한 植物性 Plankton의 大量 繁殖으로 水色이 짙은 綠色으로 維持되었으며, 飼育裝置 一部에는 개구리밥 (*Lemna* sp.) 과 배옥잠 (Water hyacinth, *Eichhornia crassipes*)을 번식시켰다.

實驗期間 동안 탱크내에서의 總암모니아濃度는 最低 3.4 ppm에서 最高 11.2 ppm까지 나타났으나 대개 5~7 ppm 範圍로 維持되었다.

實驗탱크내에서의 Tilapia의 一日平均 成長率은 1尾의 斃死도 없이 6.51%를 나타낸 반면 같은 탱크에서 飼育한 잉어는 약간의 斃死와 함께 3.61%로 저조했고, 또한 露池에서 飼育한 Tilapia는 5.77%를 나타내었다.

이번 飼育實驗에 使用한 飼料는 잉어飼料를 주었으며, U. G. F. (Unknown growth factor)를 감안하여 補助飼料로서 飼育裝置 一部에서 번식시킨 개구리밥을 매일 一定量을 供給했다.

### 文 獻

- Chervinski, J. and A. Yashouv. 1971. Preliminary experiments on the growth of *Tilapia aurea* Steindachner (Pisces, CICHLIDAE) in seawater pond. *Bamidgeh* 23(4), 125-129.
- Fish Farm. Internatl. 1979. Tilapia grown on carp feed plus vitamins. *Fish Farming International* 6(2), 47.
- Head, W. and J. Splane. 1979. Fish Farming in Your Solar Greenhouse. Amity Foundation. Eugene. pp.43.

無濾過槽 循環水 飼育裝置內에서의 Tilapia 의 成長

- Kim, I.—B. 1980. Feed conversion efficiency of the hybrid between *Sarotherodon niloticus* and *S. mossambicus*. Commemoration Papers for Prof. C. W. Kim's 60th Birthday Anniv. 301—311 (In Korean).
- Kim, I.—B. and S.—H. Lee. 1981. Fish growth experiment in a green water recirculating system. Bull. Korean Fish. Soc. 14(4), 233—238 (In Korean).
- 朴萬奎. 1949. 우리나라 植物名鑑. 文敎部. 서울. pp. 340 + 176.
- Suffern, J. S. 1980. The Potential of Tilapia in United States Aquaculture. Aquaculture magazine 6(6), 14—18.