

閉鎖循環濾過裝置에 의한 감성돔, *Mylio macrocephalus* 養殖에 關한 研究

1. 飼育水의 濾過效果 및 成長

李定辛 · 盧 暹
海洋科學大學 增殖學科

Studies on the Aquaculture of the Black Porgy, *Mylio macrocephalus* (Basilewsky) by the Closed Recirculating Filtration System

— I. Filtration Effect and Growth

Jung Jae LEE · Sum RHO

Dept. Aquaculture, Che Ju National Univ.

One year of age black porgy, *Mylio macrocephalus* were studies the rearing experiment for growth, survival rate, water quality and ammonia concentration in the closed recirculating water systems for 335 days from January 10 to December 10, 1987.

The results were as follows :

1. The results of growth on total length and body weight were
Initial time : 11.66 ± 1.82 cm in total length.
 27.65 ± 8.38 g in body weight.
60 days after rearing : 12.69 ± 1.17 cm in total length.
 39.79 ± 9.33 g in body weight.
213 days after rearing : 18.82 ± 1.39 cm in total length.
 118.21 ± 23.64 g body weight.
335 days after rearing : 25.72 ± 2.63 cm in total length.
 320.41 ± 52.18 g in body weight.
2. Survival rate was 87.60% and the food coefficient was 7.19 for 335 days.
3. The quality of rearing water in the closed recirculating water systems were satisfactorily regulated for rearing experiment.
4. The ammonia ($\text{NH}_4\text{-N}$) concentration were ranged 0.061~0.338 ppm during a day in each chambers.

* 본 연구는 1987년도 문교부 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

緒 言

國民經濟의 發展과 함께 海產活魚의 需要가 急增하고 있는 反面 供給은 極히 制限된 狀態에 있어 그 價格은 魚種에 따라서는 國際時勢를 훨씬 上廻하는 現象을 보이고 있다.

특히 우리나라의 海產魚類 養殖은 大部分의 沿岸水溫이 主要 海產魚類의 生育限界 水溫인 7°C以下로 下降하기 때문에 겨울철의 低水溫이 海產魚類 養殖의 制約要因으로 되고 있다(盧 等 1986, 盧 1986).

겨울철에 比較的 安全한 水溫條件을 보이고 있는 濟州도를 비롯한 南海岸의 一部地域은 여름철 태풍과 때때로 래습하는 季節風에 대피할 수 있는 地形의인 취약점 때문에 바다를 利用한 가두리 養殖은 극히 짧은 短期間의 利用에 불과한 實情으로서 보다 安定된 飼育方法의 技術開發이 要求되고 있다.

따라서 우리나라의 制限된 海產魚類 養殖場과 比較的 不利한 養殖環境條件 외에도 限定된 國土面積 等を 고려해 볼때 效率的인 土地의 利用과 물의 再循環 使用이 可能한 陸上 循環濾過式 飼育에 대한 技術開發도 解決方案의 하나라고 생각한다.

淡水魚의 循環濾過式 飼育施設에 의한 養殖은 現在 產業化로 向한 試圖와 一部 成功的인 事例로 發展되어 가고있는 實情이지만(金, 1980) 淡水魚와는 生理生態가 다른뿐만 아니라 海水속에서 질소순환 mechanism이 다를 것으로 예상되는 循環濾過裝置를 利用한 海產魚類의 飼育에 對한 研究은 現在까지 별로 찾아볼 수 없다.

本 研究에서는 陸上에 設置한 海產魚 循環濾過裝置를 利用, 감성돔 *Mylio macrocephalus* 을 飼育하면서 各 濾過裝置의 水質淨化 能力과 겨울철의 월동 可能性, 成長 및 生殘率 等を 調查하여 海面 가두리 飼育結果와 比較 檢討하였다.

本 研究의 수행과정중 魚類의 飼育과 管理에 助力하여준 濟州大學校 海洋科學大學 大學院生 조운삼·조우현君과 增殖學科 在學生 전제천, 한국중, 김경민, 김형진, 허태영, 윤양식 諸君에게 감사한다.

材料 및 方法

飼育施設과 濾過機作

飼育施設과 濾過施設의 配置圖面은 Fig. 1과 같다. 飼育水槽(A)는 직경 3m×깊이 1m의 FRP 원형수조로서 平均水深을 0.6m로 하여 各 飼育水槽의 水量은 約 4.24 m³으로 하였다.

飼育水槽는 4 개를 1組로 配列하였고, 底面은 約 6%의 경사를 中央으로 주어 水槽의 底面 中央에는 원뿔형 中央排水裝置를 設置하였고, 排水口는 지름 30cm PVC 원판에 內徑 3cm의 구멍을 뚫어 飼育魚의 도피나 流失을 막고 찌꺼기만 排出되도록 하였다.

循環濾過槽는 沈澱槽와 濾過槽, 貯水槽로 나누고 沈澱槽(B)는 FRP 圓形水槽(直徑 1.6×깊이 1.4m)로 하여 4개의 飼育水槽에서 나오는 固形汚物을 沈澱槽內에서 물의 回轉에 의한 沈澱을 시도하였으며, 上部의 맑은 물만 濾過槽(C)로 흘러 들어가게 하였다.

濾過部는 水槽 C, D, E로 나누어지며 C槽는 canvas 四角水槽(2×6×1.2m)로서 縹화비닐 四角波板(가로 90×세로 65cm)을 2cm 간격으로 60枚를 1組로 하여 5組를 垂直으로 固定 配列하였다.

濾過槽(D)는 FRP 四角水槽(4×1.5×0.9m)로서 濾過槽 C에서 使用한 同一材質을 利用하여 圓형 disc(徑 90cm)를 만들어 波板의 주름이 서로 直角으로 되도록 168枚를 1組로 造立한 것을 4組로 설치하고, disc의 1/3程度가 水中에 잠기도록 한뒤 disc 윗면 45°角에서 濾過槽C에서 揚水機를

Table 1. Ammonia levels Checked in a day during the experimental of each water recycling system

		unit : ppm					
Tank No.	A	B	C	D	E	G	
June 5	0.317	0.338	0.221	0.148	0.124	0.078	
May 16	0.170	0.210	0.116	0.104	0.092	0.061	

* Alphabet are the same as for Fig. 1.

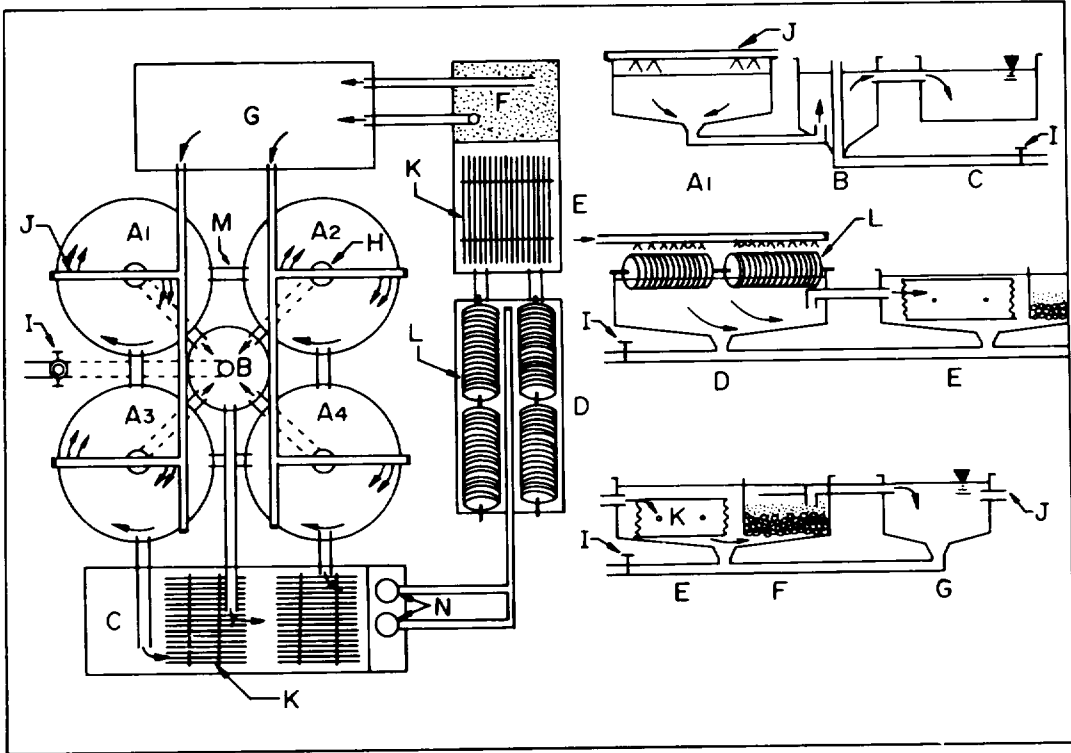


Fig. 1. Plan and sectional views of the water recycling system

A₁-A₄: Rearing tanks(dia. 3×1.0m) B: Settling chamber(dia. 1.5×1.4m)
 C; D; E; F; Biological filter chamber (C: 2×6×1.2m; D, E, F: 4×1.5×0.9m)
 G: Storage tank(4×1.5×0.9m) H: Hole Plate; I: Drain valuv; J: Inlet
 Pipe(dia. 50mm); K; L: Chloride vinyl Plate; M: Supplementary pipe(100mm)
 N: Maine pump(2HP).

利用하여 直徑 2 mm 구멍을 多數鑿어 설치한 PVC pipe 를 通하여 물을 살수시켜 Disc 가 5~6個/分 程度 回轉하도록 하였다.

濾過槽 E는 D와 同一한 FRP 水槽로서 절반은 濾過槽 C와 마찬가지로 1.8×0.65 m 되는 四角 염화비닐 波板 35枚를 垂直으로 設置하고 절반부분은 모래(徑: 0.2~0.3cm), 자갈(徑: 3~4cm), 참 굴조가비(殼高 6~7cm) 등을 各各 20 cm씩 되도록 역여과 설치하여 最終적으로 기계적여과 기능을 보완하였다.

따라서 本 研究에서 生物學的 濾過를 위한 염화 비닐 波板의 總 表面積은 1,286.9㎡였으며 모래, 자갈 여과조는 面積 2.18㎡에 約 1.31㎡였다.

물의 循環

飼育水槽(A)와 濾過水槽를 通過하는 主水流과 中央排水口에 연결시켜 固形汚物 沈澱을 위하여 설치된 副水流은 모두 1대의 펌프(N)에 의하여 이루어지며, 또 한대의 펌프는 有事時 또는 교대 용으로 使用되는 펌프이다.

飼育水槽 A₁~A₄를 서로 연결하는 水管과 여과 수조 C로 연결되는 水管은 充分한 굵기를 使用하여 여과조 C에서 여과조 D를 向하여 펌프에 의한 양수를 실시하여도 飼育水槽와 各 濾過槽 사이에 水位差는 거의 없었다.

펌프 N에서 揚水된 물은 濾過槽 D탱크의 위에서 분사시켜 disc를 回轉시키게 되며, 이곳을 通過한 물은 濾過槽 E를 거쳐 여과조 F에 設置된 機械的 濾過槽에서 역여과되어 저수조 G에 모이며

이곳에서는 水位差에 의하여 各 飼育水槽에 再供給된다.

注水管은 各 飼育水槽의 윗면 中央을 횡단시켜 中央排水口를 中心으로 양쪽에 口徑 10mm의 구멍을 7~8개 뚫어 水槽의 물을 時計方向으로 分射 回轉시키므로써 水槽內의 排泄物이나 汚物을 中央排水口로 쉽게 모이도록 設計하였다. 揚水펌프는 揚水高 1m, 토출구경 40mm의 순환펌프를 使用하였다.

揚水量은 約 600l/min 로서 4개의 飼育水槽의 換水量은 平均 150l/min 로서 約 30분에 1회換水가 可能하도록 하였다.

沈澱槽 B에 모인 많은 量의 排泄物과 먹이의 찌꺼기는 沈澱槽의 中央排水口에 設置된 stand pipe를 利用하여 每日 1~2회씩 밖으로 排出시켰다.

飼育水の 증발로 인한 鹽分濃度의 上昇을防止하기 위하여 가끔 淡水를 貯水槽에 添加시켜서 飼育水の 鹽分變化는 31.24~33.62%。範圍로 維持시켰다.

各 濾過水槽에서도 底面に 침진된 濾過生物의 덩어리나 其他 固形沈澱物은 1個月에 1~2회, 狀態를 보아가면서 底面に 設置된 排水 밸브를 通하여 排出시켰고, 濾過槽下에 設置된 역여과형 기계적 여과장치는 2~3個月에 1회 程度씩 濾過槽의 윗면에서 물을 注入시켜 底面에서 排出시키므로써 자갈 모래 여과층의 固形汚物이 過多하게 되지 않도록 해 주었다.

作業의 便利性和 高水温 維持를 위하여 全 施設은 비닐하우스내에 收容하였다.

魚類飼育

實驗對象 魚類는 濟州大學校 海洋研究所에서 1986年 5월에 産卵된 平均全長 11.66±0.82mm, 平均體重 27.65±8.38g 되는 감성돔으로서, 500尾를 飼育水槽 A₁에 飼育하였고, 나머지 水槽에는 넙치의 1年生 稚魚를 各各 收容하여 飼育하였다.

飼育期間中의 먹이로서는 까나리, *Ammodytes persomatus*, 전갱이, *Trachurus japonicus*, 고등어, *Scomber japonicus* 등의 稚魚를 適當한 크기로 절단하여 1日 3회씩 투여하였다.

成長度의 측정은 每月 1회씩 50尾의 飼育魚를 무작위로 추출하여 全長과 體重을 測定하고 算出된 體重과 攝食量에 따른 飼料係數를 구하였으며,

斃死體는 發見되는대로 計數 除去하면서 月別 生殘率을 구하였다.

水質調査

飼育環境水의 水質變化를 알기 위하여 每日 午前 10時에 水温과 鹽分을 調査하였고, 7日 간격으로 pH는 pH meter로 암모니아태질소(NH₄⁺-N)는 Indophenol blue 法에 의하여 亞窒酸態窒素(NO₂-N)는 G. R 試藥法窒酸態窒素(NO₃-N)는 Zn 粉末 還元法을 使用하여 發色시킨후 U. V Spectrophotometer를 利用하여 吸光度를 測定한 후 濃度를 計算하였다. 또 循環濾過 system 내의 窒素 循環過程, 특히 飼育生物에 크게 영향을 미치는 암모니아態 窒素量을 알기 위하여 5月 16日과 6月 5日의 午前 10時에 Fig. 1에서의 飼育水槽(A₁), 沈澱水槽(B), 濾過水槽(C, D, E)와 貯水槽(G)의 海水를 同時에 採集하여 분석 比較하였다.

結 果

循環濾過飼育槽의 水温變化

本 實驗에 使用한 循環濾過飼育槽과 自然海水에 의한 海水飼育槽의 旬別水温과 참고로 日本國 長崎縣 水産試驗場 培養殖研究所의 海面가두리 養殖場의 水温을 Fig. 3의 상단에 나타내었다.

本 研究에서 自然海水를 使用한 경우 겨울철의 最低水温은 3月 初旬으로서 13.8℃ 인데 비하여 비닐하우스내의 循環濾過飼育水槽의 水温은 15.8℃ 로서 2.4℃ 내외의 高温으로 나타났으며, 4月 初旬에서 中旬사이에는 飼育水槽의 빈번한 海水교체로 自然海水와 비슷한 15.0~15.4℃의 分布를 보였다.

여름철의 水温은 自然海水의 경우 9月 初旬의 25.4℃로 나타났으나 순환여과수조의 경우 7月부터 26℃로 높게 上昇하여 飼育水槽 윗쪽에 차광시설과 비닐하우스내의 환기를 위하여 윗면의 一部를 열어 주었지만 8月 下旬에는 26.5℃까지 높게 上昇하였다.

그러나 어느 경우에서나 겨울철의 低水温에서는 감성돔의 棲息下限 水温인 5℃ 以下로 下降하는 現象은 없었으며 高水温의 경우에도 飼育魚의 生

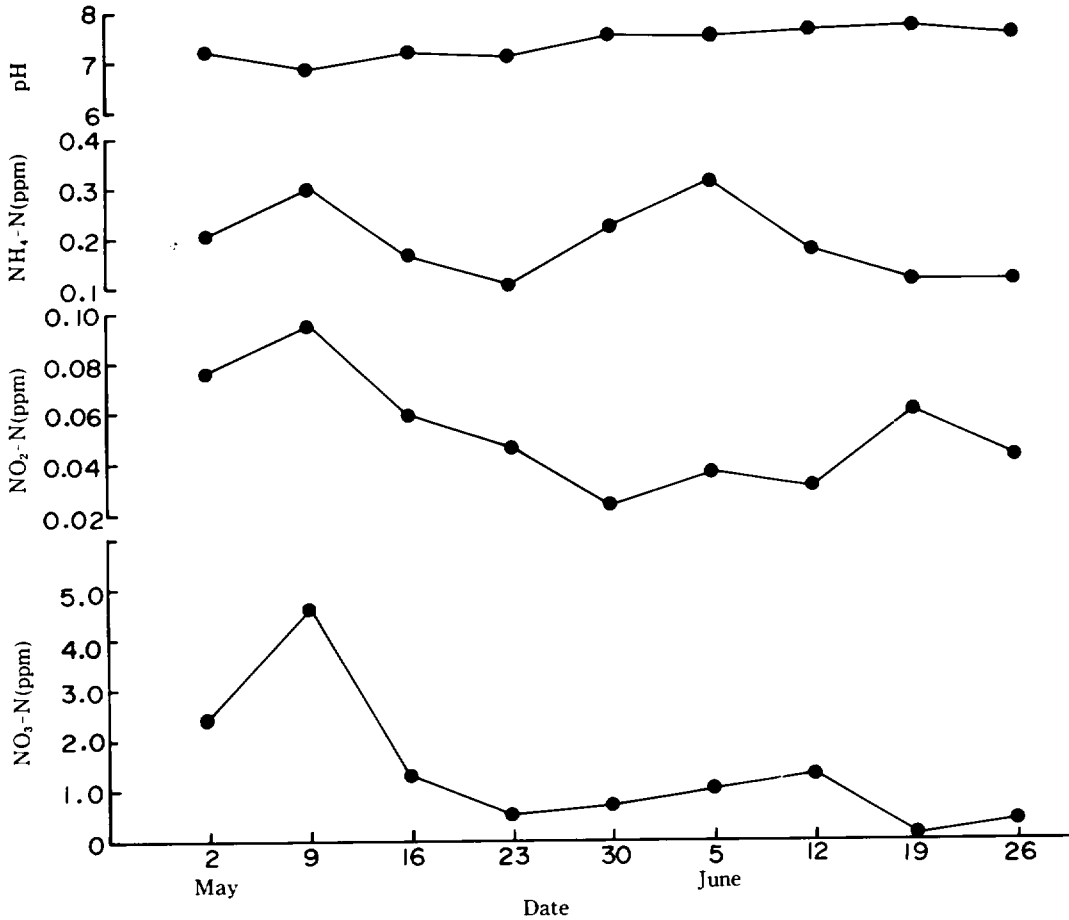


Fig. 2. Chemical change and rearing days in experimental rearing aquarium

存에 直接 영향을 미치는 범위까지는上昇하지 않았다.

循環濾過 System 內의 水質變化

5 月 2 日로부터 6 月 26 日까지 每日週日間격으로 調査한 水質測定 結果는 Fig. 2 에서 보는바와 같다. pH 的 경우 6.87~7.65 的 範圍로서 5 月 9 日에 6.87 的 最低值를 보였으나 대부분 7 을 상회하였다. 암모니아態窒素(NH₄-N)의 量은 0.112~0.317ppm, 亞窒酸態窒素(NBO₂-N)量은 0.024~0.097ppm, 窒酸態窒素(NO₃-N)量은 0.556~4.581ppm 으로 比較的 잘 安定되어 있었다.

循環濾過 system 內에서 飼育水槽를 通過하여 各 段階의 여과장치로 이행하는 과정에서 養殖生

物에 가장 큰 영향을 미치는 암모니아態窒素量의 變化過程을 2 回에 걸쳐 調査한 結果는 Table 1에 서 보는바와 같다. 各 循環濾過 system 中에서 가장 높은값을 보이고 있는곳은 沈澱水槽로서 飼育 水槽에서 0.170~0.317ppm 的 濃度에서 沈澱수조 에서는 0.210~0.338 ppm 으로 다소 높아졌으나 生物學的 濾過槽를 거치는 동안 점차 감소되어 마지막 貯水槽에 돌아왔을 때에는 0.092~0.124 ppm 으로 安定되어 本 試驗에서 使用한 各 段階別 濾過槽의 機能은 기대치 이상으로 良好한 환경 유지가 가능하였다.

그러나 本 研究에서 水溫이 上昇하는 5 月 9 日 pH 가 6.87로 떨어지면서 암모니아態窒素를 비롯한 全 窒素量이 增加하는 現象이 일어났지만 各

濾過水槽 底面에 누적된 찌꺼기의 大量排出과 機械的 濾過槽의 상단부에 참굴조가비층을 두께 20 cm 되도록 設置한후 窒酸鹽의 增加現象을 막기 위하여 갈파래, *Ulva lactuca* 가 着生한 자갈을 濾過槽(F)의 上層部에 고르게 깔아 주므로써 더욱 安定된 水質管理가 可能하였다.

成長 및 飼料效率

飼育期間中の 月別로 調査한 感性돔의 全長 및 體重의 成長 結果는 Table 2 및 Fig. 3과 같다. 全長の 日間成長量은 飼育水溫 17℃以下인 飼育初期에는 65.52~270.97 μ m/day 로서 比較的 완만한 成長추세를 보였지만 4月以後 水溫이 上昇과 더불어 8月の 高水溫期까지는 426.67~748.39 μ m/day 로 年中 가장 빠른 성장값을 보였다. 9月以後 水溫이 下降期에는 다시 成長速度가 완만해져서 이 期間中の 日間成長量은 326.67~446.67 μ m/day 로 나타났다.

1월부터 12월까지 飼育日數에 대한 全長の 成長과의 關係를 보면 Fig. 3에서와 같이 $Y=0.0461x+10.6660$ ($r=0.9938$)의 직선회귀식으로 表示되었다.

한편 體重의 成長을 보면 飼育初期인 1月~3

月까지의 低水溫期에는 日間增重量이 170.34~232.26mg/day 였지만 水溫의 上昇과 함께 점차 增加하여 4月에는 567.42mg/day, 5月~8月 사이에는 658.06~819.03mg/day 였고, 가을철인 9月~10月에는 1734.67~1960.32mg/day 로 年中 最大値를 보인후 11월부터는 다시 1135.81mg/day, 12月에는 959.67mg/day 로 차츰 떨어지기 시작하였다. 以上에서와 같이 感性돔의 全長の 成長은 봄에서 여름사이의 水溫 24℃ 以上の 高水溫期에 最大値를 보인 반면 體重의 增重은 水溫이 20~24℃로 下降하는 가을철에 最大値를 보였다.

全 試驗期間중에 나타난 感性돔의 單位體重增加에 必要한 飼料量을 나타내는 飼料係數의 범위는 3.78~14.18(平均 7.19)로서 比較적 큰 變化幅을 보이고 있으나 季節別로 보면 1~3月 사이의 低水溫期에는 9.33~14.17로서 比較적 높게 나타났다.

成長이 빠르게 나타난 4月~7月까지는 3.78~7.46의 낮은 값을 보인반면 年中 水溫이 最高로 上昇한 8月에는 다시 11.02로 높게 나타났다가 9月~11月 사이의 日間體重의 成長이 빨랐던 시기에는 다시 5.86~8.40으로 낮아졌으나 12월부터는 9.07로 차츰 높아지기 시작하였다.

Table 2. Growth and Survival rates of the young black porgy in the recirculating aquariums from January 10, to December 10, 1987

Date	Days of rearing	Mean total length cm \pm (SD)	Mean body Weight g \pm (SD)	Dialy increment		Food Consumed(kg)	Food coefficient	Survival	
				T.L(μ m)	B.W(mg)			Number	rate
Jan. 10		11.66 \pm 1.82	27.65 \pm 8.38					500	100.00
Feb. 10	31	12.50 \pm 0.99	34.85 \pm 7.49	270.97	232.26	32.29	9.33	496	99.20
Mar. 10	29	12.69 \pm 1.17	39.79 \pm 9.33	65.52	170.34	29.65	14.17	487	97.40
Apr. 10	31	14.25 \pm 1.36	57.38 \pm 10.21	503.23	567.42	31.96	3.78	485	97.00
May 10	30	15.53 \pm 1.67	77.74 \pm 25.75	426.67	678.67	43.00	4.39	484	96.80
June 10	31	17.13 \pm 1.05	98.14 \pm 17.41	516.13	658.06	56.04	5.85	481	96.20
July 10	30	18.82 \pm 1.39	118.21 \pm 23.64	563.33	669.00	65.80	7.46	474	94.88
Aug. 10	31	21.14 \pm 1.42	143.60 \pm 31.37	748.39	819.03	112.10	11.02	461	92.20
Sep. 10	31	22.28 \pm 1.48	204.37 \pm 35.76	367.74	1,960.32	146.20	5.86	446	89.20
Oct. 10	30	23.62 \pm 1.93	256.41 \pm 42.05	446.67	1,734.67	156.00	7.11	441	88.20
Nov. 10	31	24.74 \pm 2.04	291.62 \pm 50.32	361.29	1,135.81	128.05	8.40	440	88.00
Dec. 10	30	25.72 \pm 2.63	320.41 \pm 542.18	326.67	959.67	109.10	9.07	438	87.60
Jan. 10-	335	11.66-25.72	27.65-320.41	419.70	873.91	910.19	7.19	438	87.60
Dec. 10									

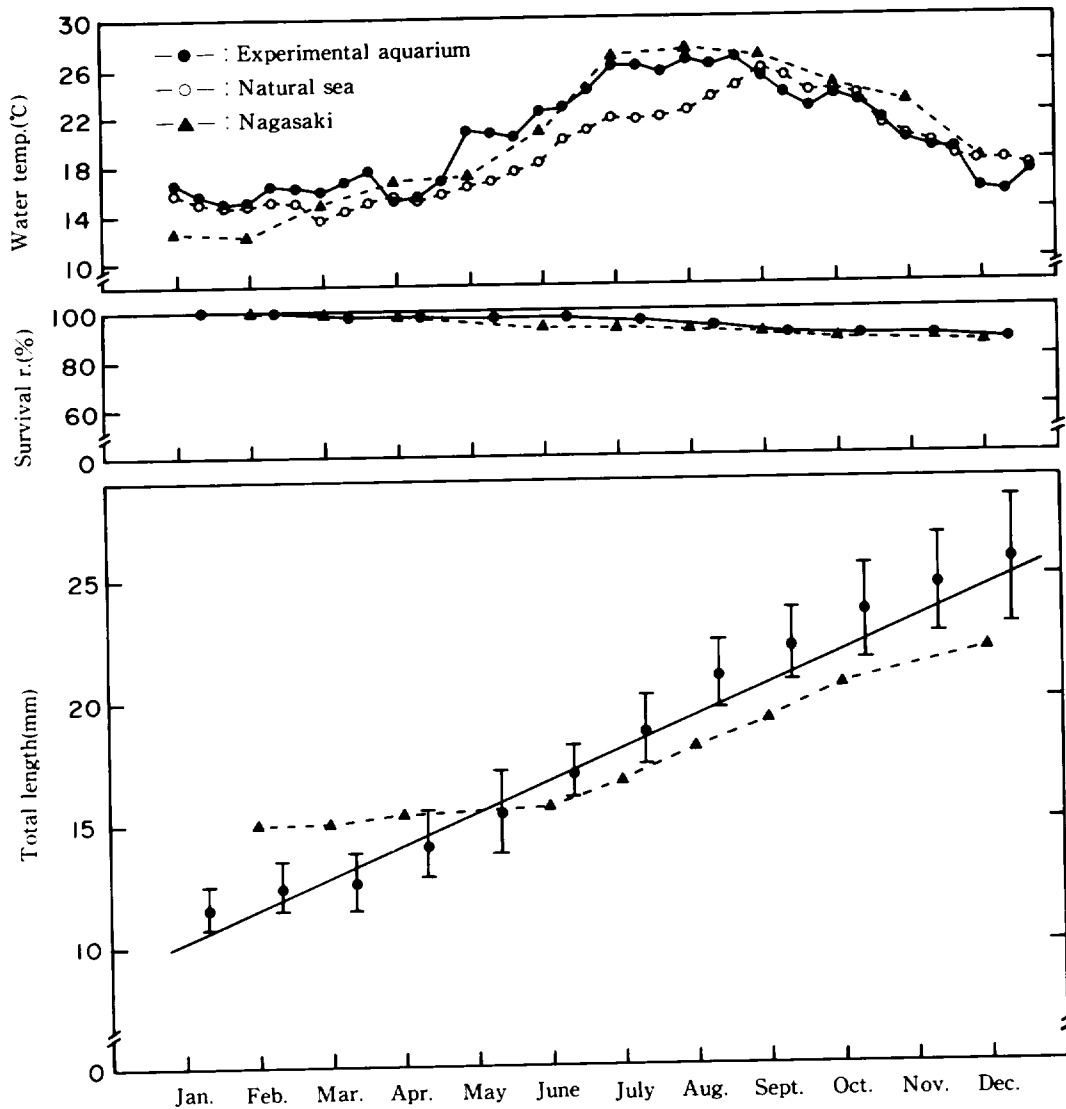


Fig. 3. Comparison of growth and survival rates in the young black porgy.

生殘率

本試驗飼育期間中 3月 初旬頃에 감성돔의 아가미에 單生蟲인 *Bivagina tai*의 대량 기생이 發見되었으나 飼育海水에 食鹽을 8% 첨가하여 1分間 處理하는 方法을 2回에 걸쳐 實施하므로써 完全구제가 可能하였으며, 이에 따른 큰 斃死現象은 없었다.

飼育期間中 斃死個體의 出現이 많았던 時期는 여름철 26°C 以上의 高水溫期인 7月~10月 사이에

每月 5~15個의 斃死를 일으킨 例를 除外하고서는 大量 斃死現象은 볼수 없었다. 따라서 全 飼育期間 335日 동안에 일어난 總 斃死率은 試驗飼育魚 500尾中 62尾가 斃死하여 12.40%로 나타나 比較的 높은 生殘率을 볼수 있었다.

考 察

循環濾過 飼育裝置에 의한 海產魚類의 養殖을 目的으로한 飼育에 對하여는 國內外를 막론하고

發表된 資料가 거의 찾아볼 수 없는 실정이다.

本 研究에서는 現在 淡水魚類의 循環濾過 장치에서 海產魚類의 生態와 海水의 物質代謝過程을 고려하여 各 濾過施設을 考案 配置하였다.

飼育期間中 特히 生사료인 冷凍魚肉을 供給하였기 때문에 과다한 유기질소화합물의 負荷에 따른 水質의 惡變이나 飼育魚의 질병발생에 有意하면서 정상적인 成長과 生殘率을 유지시킬 수 있는지를 重點的으로 다루었다.

水產動物의 水中飼育에서 直面하는 毒性問題의 大部分은 窒素化合物로서 Stephen(1979)은 암모니아가 가장 毒性이 높고 그다음이 亞窒酸을 들고 있지만 亞窒酸은 淡水에서 보다 海水에서는 毒性이 덜하다고 報告한 바 있다.

또 日本 水產用水基準(日本水資保協, 1965)에서는 海產魚인 꼴종개, *Plotosus anguillaris*의 암모니아 반수치사농도는 5ppm 이라고 하였고, 稻葉(1971)는 5ppm 以下の 濃度에서 鰻장어는 正常적으로 成長한다고 하여 암모니아는 pH가 比較的 낮은 淡水에서는 毒性이 적지만 pH가 높은 海水에서는 毒性이 매우 강하게 나타난다. 本 研究에서의 암모니아 濃度は 0.112~0.317ppm 으로서 全 飼育期間이 1ppm 以下로 安定될 수 있었다.

암모니아의 加水分野에 영향을 미치는 環境要因은 pH, 水溫, 鹽分 등으로서 그 中에서도 Stephen(1979)은 pH가 가장 크게 作用을 한다고 하였으며, Kawai et al.(1965)도 循環濾過水槽內의 生物學的 濾過過程의 窒酸化作用에서 pH가 9.0에서 낮아짐에 따라 淡水보다 海水飼育槽에서 窒酸化作用에 저해를 받지만 汽水나 海水의 理想的인 pH는 8.0~8.3이라고 하였다. 또 飯塚(1972)는 鰻장어의 경우 pH 7.0以下일때 攝食에 阻害를 초래한다고 하였으나, 本 研究에서 飼育期間中 飼育水槽內의 pH 범위는 6.85~7.70으로서 5月 9일에 일시적으로 6.85까지 내려간 때가 있었지만 감성돔의 섭식량이나 活動에 別다른 變化를 發見할 수 없었으며, 이외의 期間에서는 대체로 7.12~7.70의 比較적 安定된 狀態로 維持가 可能하였다. 本 研究에서 循環濾過 system 內의 물의 循環過程에서 各 段階의 濾過裝置로 移行한 후의 암모니아量의 變動을 보면 沈澱槽와 飼育槽에서 0.170~0.338ppm 으로 가장 높게 나타났고, 濾過가 進行됨에 따라 급격하게 감소되어 最終 貯

水槽에서는 0.061~0.078ppm 으로 낮아지므로서 比較적 높은 濾過機能이 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

本 研究에서 飼育水槽內의 魚類 收容量을 보면 飼育槽 A₁의 감성돔 140.34kg 外에 A₂, A₃, A₄에 別도로 飼育한 平均體重 812g의 넙치 420尾(336kg)를 포함시키면 4개의 水槽 總容積 19.8m³(總底面積: 28m²)에서 約 24.06kg/m³(17.01/m³)의 比較的 높은 收容密度의 魚類飼育이 可能하였다. 이것은 菊地(1981)의 海面 가두리에서 飼育한 넙치의 收容密度 5.6~13.8kg/m³ 보다 높고 與賀等(1979)의 감성돔 해상가두리 사육시험의 7.8kg/m³ 보다는 3배나 높은 飼育密度로서 飼育期間中 魚類의 成長과 生殘率에서도 오히려 良好한 結果를 거둘수 있었다는 것은 充分한 여과 기능에 따른 好適한 水質管理가 可能하였음을 입증한 것으로 생각된다. 本 研究은 비닐하우스內에서 실시하였기 때문에 比較的 맑은 날씨가 계속되는 서귀포 지역의 기상 영향을 받아 1~2月の 曇한기에도 맑은 날에는 하우스內의 氣溫이 60℃내외로 上昇하였고, 이에 따른 循環水槽內의 水溫은 特別한 加溫施設없이도 最低 15~17℃의 유지가 可能하여 天然海域의 水溫보다 1~3℃ 더 높게 나타났다. 이러한 條件에서 겨울철 1~2月の 日間成長量을 보면 全長에서 65.52~270.97μ m/day, 體重에서 170.34~332.26mg/day 로서 與賀等(1979)이 報告한 水溫 12.0~14.0℃ 條件에서 同期間中の 全長 -14.29~120.97μ m/day, 體重 53.23~60.71mg/day 에 비하여 월등하게 빠른 성장을 보였는데 이는 比較적 높은 水溫을 유지할수 있었는데 기인된 것으로 사료된다.

與賀等(1979)은 감성돔의 海面 加두리 양식에서 增肉係數의 범위는 59.70~4.57로서 變化幅이 대단히 크게 나타났으며 全 飼育期間中の 平均增肉係數는 9.44였다고 하며 增村等(1981)은 감성돔 0才魚를 對象으로 Pellet 飼料를 利用하여 飽食量에 도달하도록 먹여서 9個月間 飼育한 試驗에서는 2.48이었고, 1才魚의 7個月 동안의 飼育에서는 2.12~2.20으로 各各 報告한 바 있다.

本 研究에서의 增肉係數는 14.17~3.78(平均 7.19)로서 與賀等(1979)보다는 良好하게 나타났으나 增村等(1981)의 配合飼料의 結果와는 飼料의 質이 다르기 때문에 比較가 어려웠다.

養殖期間中の 生殘率에 對하여 本 研究의 期間과 비슷한 與賀 等(1979)은 86.06% 報告한 바 있고, 增村 等(1981)은 pellet 飼料를 먹여 9個月間 飼育한 結果에서는 93.9~94.0%의 높은 生殘率을 보였지만 비교구로서 冷凍가나리를 먹여 飼育한 시험에서는 45.9%의 低調한 生殘率을 보였다고 하였다. 本 研究에서는 1年間의 循環濾過飼育에서 87.6%가 生殘하므로써 與賀 等(1979)과는 유사하게 나타났으나 增村 等(1981)의 가나리를 먹인것에 비하여는 높은 生殘率을 보였다. 이것은 實驗方法에 따른 差異도 있겠으나 먹이의 質과 量에 따른 給餌方法의 差異와 水質管理條件 및 겨울철 低水溫期間中の 攝餌不良에 따른 體力の 감모와 이에 연관된 各種 疾病의 發生 等に 의한 斃死 等に 따른 것으로 생각된다.

以上에서 여러가지 종합고찰을 通하여 本 研究에서 實施한 循環濾過裝置의 水質淨化 能力은 水質分析 結果에서도 明確하게 나타났지만 實際 約 1年 동안의 飼育結果에서도 比較的 빠른 成長과 높은 生殘率 良好한 飼料效率 等を 볼수 있었던 점으로 보아 產業的인 규모의 해산어 陸上水槽飼育이 可能하다고 생각된다. 특히 本 研究에서 實施하지 못한 겨울철 비닐하우스내의 천정부분에 形成되는 60℃ 以上の 더운 공기를 飼育水槽內의 水溫上昇에 利用할 수 있는 施設構造의 研究補完이 된다면 더 빠른 成長이 기대되므로 최근 유행 중인 넙치를 비롯한 高級魚類의 水槽養殖에도 效率的인 利用이 可能해질 것으로 생각된다.

要 約

表面積 1,286.9㎡의, 四角鹽化비닐 波板과 面積 2.18㎡, 濾過用자갈, 굴조가비 約 1.31㎡로 된 濾過裝置에 연결된 單位面積 7㎡ 되는 飼育水槽 4 個로 構成된 循環濾過飼育裝置에서 1987年 1月 10日 부터 12月 10日까지 335日동안 감성돔, *Mylio macrocephalus* 飼育結果를 要約하면 다음과 같다.

생사료인 가나리, *Ammodytes persomatus*, 전갱이, *Trachurus japonicus* 등을 먹여 사육한 감성돔 치어는 平均體重 27.65±8.3g에서 320.41±52.18g으로 成長하였으며, 이때까지의 生殘率은 87.6%였으며 全 飼育期間中の 平均飼料係數는 7.

19였다.

生物學的 濾過장치를 비롯한 各 濾過槽는 水質淨化作用이 우수하였으며, 實驗期間中の 各 水槽內의 日中 암모니아量은 0.01~0.338 ppm 범위였다.

1 個의 飼育水槽를 主實驗用으로 使用하였으며 남은 水槽에 收容한 넙치類의 成長結果와 生産量을 고려해보면 이 시설을 補完 改善해 나가면서 利用하면 企業的 生産도 可能한 것으로 推定된다.

參 考 文 獻

- 日本水產資源保護協會, 1965. 水產用水基準, 1~72.
- 飯塚 三哉, 1972. ウナギ, 農産漁村文化協會, 57~69.
- 稻葉 俊, 1971. ウナギ, 養殖講座 7, 116~120.
- Kawai, A., Y. Yoshida and M. Kinta. 1965. Biochemical Studies on the bacteria in aquarium with circulating system. II.
- Nitrifying activity of the filter sand. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 31, 65~71.
- 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, 韓水誌, 13(4), 195~206.
- 增村 和彦·柳谷 弘道, 1981. クロダイ 養殖における市販配合飼料의 有効性と適正給餌量, 廣島縣水試研報 11, 123~128.
- 盧 暹, 1986. 濟州島 魚類養殖의 展望, 濟州島研究報 3, 365~371.
- 盧 暹·卞忠圭, 1986. 濟州島產魚類(능성어亞科)의 種苗生産에 關한 基礎的 研究 및 넙치種苗 量産化에 關한 研究, 濟大 海大 養殖研報 3, 1; 48.
- Stephen Spotte. 1979. Fish and invertebrate culture. Water management in closed systems. Awiley interscience Pub. 1~179.
- 與賀田 稔久·北田 哲夫·青海 忠久·荒川 勉·原田 實·神田 高司·黒田 弘, 1979. クロダイ 養殖試驗, 長崎縣水試事報 115~119.