

틸라피아의 海水馴致에 關한 生理學的 研究

I. 內分泌學的 變化

尹鍾萬 · 曹甲敏* · 朴弘陽

建國大學校 畜產學科

Physiological Studies on Adaptation of Tilapia(*Oreochromis niloticus*) in the Various Salinities

I. Endocrine Changes

Yoon, Jong-Man, Kap-Min Cho*, and Hong-Yang Park

Animal Science, Kon-Kuk University

SUMMARY

This study was taken to examine external changes, behavioural changes, and endocrine changes such as estradiol-17 β , progesterone, T₄ and T₃ of female *Oreochromis niloticus* living in 0‰, 10‰, 20‰, and 30‰ salt concentrations, respectively.

The results obtained in these experiments were summarized as follows.

In seawater challenge test, any fish didn't die in each group such as 10‰, 20‰ and 30‰. When fish were adapted from 0‰ to 10‰, 20‰ and 30‰, external body color of fish changed from dark-striped to light-grey color. At the same time, thyroxine and triiodothyronine concentrations significantly(P<0.05) increased, and then were at the highest level in 30 salinity. When fish were adapted from 0‰ to 10‰, feed intake of fish started from the fourth day.

From 0‰ to 10‰, 20‰ and 30‰, estradiol-17 β levels were increased gradually. When fish was adapted from 0‰ to 10‰, 20‰ and 30‰, the levels of each progesterone didn't show significant change, and especially showed the lowest peak in 20‰. The greatest thyroxine activity(T₄) was observed in 30‰. The levels of triiodothyronine(T₃) significantly changed in all salinities, and its level was at the highest peak in 30‰ salinity.

Correlation coefficients between serum progesterone and triiodothyronine in 10‰ and 30‰ were +0.677 and +0.843, respectively. Correlation coefficient of serum thyroxine(T₄) and triiodothyronine(T₃) individuals in 10‰ was +0.640. Correlation coefficients of serum triiodothyronine(T₃) and other 2 kinds of serum hormones such as estradiol-17 β , and progesterone individuals in 30‰ were +0.768, and +0.843, respectively.

(Key Word : Tilapia(*Oreochromis niloticus*), external changes, behavioural changes, endocrine changes, correlation coefficients)

* 인천수산연구소

本 研究는 韓國科學財團의 一般基礎研究費(1990~1992)의 지원과제(관리번호 911-1505-005-2)로서 수행되었습니다.

I. 緒 論

유럽과 北美的 강과 호수에서 송어와 연어의 치어를 生産하기 위하여 使用된 孵化技術이 넙치와 같은 商業的으로 重要的 다른 魚種으로 擴大되었던 19세기경부터 바다를 이용한 養殖事業이 시작되었다.

現在 우리나라 淡水産 및 海産 魚類 養殖 事業은 1980年대에 접어들면서 본격적으로 始作되어 그 生産量은 점차 增加하고 있고, 그 對象魚種도 多樣해져서 무지개 송어, 틸라피아, 방어, 참돔, 우럭, 농어 등으로 점차 擴大되고 있으며, 넙치의 경우 제주도 一部 地域에서는 陸上施設을 利用한 養殖事業이 活潑하게 이루어지고 있는 實情으로서 우리나라 연안의 겨울철 遊休期間을 利用할 수 있는 冷水性 魚種의 養殖技術이 開發됨에 따라 價格이 비싸고 맛과 향이 獨特하여 일본과 歐美 各國 및 우리나라에서 점차적으로 人氣가 높아지고 있는 冷水性 魚種인 무지개 松魚와 廣鹽性 魚種이면서 溫水性 魚種인 틸라피어를 바닷물에 適應, 馴致시켜서 같은 期間동안에 민물에서 飼育되고 있는 個體보다 成長速度를 빠르게 하여 市販體重에 到達하는 데 所要되는 期間을 短縮시키고, 淡水에서 飼育시킨 個體보다 맛과 향을 增加시켜서 市販하고자 하는 試圖가 일부 試行되어 왔고, 앞으로 점차적으로 增加되는 趨勢에 있다.

그러나 淡水魚의 海水馴致 養殖 事業은 상당히 發達되어 있으나, 適應, 馴致時 나타나는 여러가지 生理學的 變化 및 각 部位의 組織學的인 變化에 대한 調査가 外國의 경우 Folmar와 Dickhoff(1980)는 연어科를 바닷물에 馴致 適應時 나타나는 形態學的 變化, 行動學的 變化, 生化學的 變化를 調査하였고, Nagahama等(1982)은 amago salmon(*Oncorhynchus rhodurus*)을 바닷물에 適應시키는 期間동안에 關與하는 호르몬 濃度를 調査하였다.

또한 Watanabe等(1985)은 淡水 魚種인 틸라피아의 여러 雜種들이 바닷물에 適應되는 可能性에 대하여 研究해 왔고, Al-Ahmad等(1988)은 3~4%의 기수와 38~41%의 海水에서 棲息하던 *Oreochromis spilurus*의 繁殖 與否에 대하여 研究하였는데, 1年生의 경우 2~3年生과 有意性 있는 差異가 없었고, 全季節을 통해서 볼 때 地下水에서의 繁殖力은 海水에서 서

식하던 個體보다 2~5배 程度 높게 나타났으며, 孵化率은 海水에서 보다는 地下水에서 약 2배인 43% 程度 높게 나타났다고 報告하였다.

Parker 와 Specker(1990)는 1/3의 海水와 完全 海水로 이주된 어린 농어(*Morone saxatilis*)에서 혈장내 T_4 의 수준이 유의성 있게 변하였지만 농어 치어에서 전체적인 호르몬의 量은 염분과 온도에 의해서 變化가 없다고 하였다. 그러나 變태 이전 단계에 있는 치어에서 측정된 혈장내 T_4 의 수준은 상당히 높은 수치로 증가되었다고 보고하였으며, 결과적으로는 그들도 T_4 호르몬이 농어의 치어가 성장하고 생존하는 데 염분농도가 유의한 역할을 수행하도록 매개체로서 역할을 한다고 결론을 내렸다.

Tagawa等(1990)은 담수산 어류 및 海産魚의 미수정란속에는 갑상선 호르몬의 양이 일정하게 존재한다고 하였다. 특히 담수산 어류에서는 T_4 의 수준이 T_3 보다 높게 유지되나, 해산어에서는 T_3 의 수준이 더 높게 유지되었다고 보고하였다. 이와 같이 外國에서는 海水 順致時 나타나는 여러가지 生理學的 變化 및 組織學的 變化에 대하여 여러가지 研究가 活潑하게 이루어져 왔다.

國內에서는 姜等(1987)이 틸라피아(*Oreochromis niloticus*)를 閉鎖式 循環濾過施設에서 飼育시켰을 때 바닷물에 適應하는지의 與否를 調査하였을 뿐이고, 金等(1990)이 國家 特定 研究事業의 일환으로 은연어를 대상으로 海上 가두리에서 養殖 種묘의 나이에 따른 성장 비교 실험을 실시하였다. 그러나 魚類를 바닷물에 適應시키는 동안에 일어나는 여러가지 內分泌學的 變化, 生理學的 變化 및 組織學的 變化에 관한 基礎 研究가 거의 없는 實情이다.

따라서 여러가지 鹽分 濃度의 일정한 바닷물의 閉鎖式 循環濾過式 裝置內에서 틸라피아가 適應, 馴致되는지의 與否와 그 期間동안에 일어나는 여러 가지 호르몬 水準의 變化를 研究 調査하고자 하며, 여기서 얻어진 基礎 資料를 實際로 利用하려는 養殖業者에게 提供코져 本 研究가 實施되었다.

II. 材料 및 方法

1. 供試魚(틸라피아, *Oreochromis niloticus*)

水溫이 23~26℃(24℃ ± 1℃)이고, 溶存酸素量이

6.3 ± 0.2 ppm, pH 7.2인 正常的인 光週期를 받는 2개의 1.5m³인 탱크에서 飼育중인 100~350g(平均 250g)인 틸라피아 200마리를 1989年 6月30일부터 1989年 10月31日까지 飼育하였다.

2. 方法

1) Seawater-adaptation test

틸라피아의 경우 23℃로 維持시킨 0%의 淡水에 처음 2週동안에는 10%, 3~4週동안에는 20%, 5~6週동안에는 30%의 濃度로 漸次的으로 높게 維持시켰을 때 각 濃度에 適應된 實驗群을 皮膚 색깔의 外形의 變化 및 먹이 攝取 活動 等の 行動學的 變化를 통하여 각 實驗群의 馴致 狀態를 觀察 調査하였다.

2) 血液 採取 및 血清 分離 方法

飼育中인 탱크에서 각각의 물고기를 꺼내는 즉시 heparin이 코팅되지 않은 18G 注射器를 利用하여 젓은 수건으로 眼球를 가린 후 caudal artery 및 vein으로부터 血液을 採取하여 血清을 遠心分離시킨 다음 一部는 血清 蛋白質 成分 分析, 電氣泳動像 分割 實驗 및 호르몬 水準의 測定에 샘플로 利用하였고 남은 샘플은 나중에 이용하기 위하여 -40℃의 冷凍室에 保管하였다.

3) Enhanced Luminescence Immunometric Assay (ELIA)

지금까지 호르몬의 測定을 위하여 增強化學 免疫 分析法(enhanced luminescence immunoassay, ELIA)을 利用하여 各 鹽分 濃度에서 採取된 틸라피아의 分離된 血清을 即時 利用하여 estradiol-17β, progesterone, thyroxine(T₄), triiodothyronine(T₃), prolactin 等과 같은 血清內 호르몬 濃度를 測定하였다.

4) 統計 處理

모든 結果의 處理는 컴퓨터 프로그램인 SPSS package를 利用하여 mean ± S.D., S.E 및 range로 나타내었고, 有意性 檢定은 分散分析을 통한 L.S.D-檢定을 利用하였으며, 각 호르몬間의 相關關係는 Pearson 相關係數法을 利用하여 分析하였다.

III. 結果 및 考察

A. 틸라피아(*Oreochromis niloticus*)

1. Seawater-adaptation test

Table 1과 2에 나타난 바와 같이 틸라피아의 경우 0%에서 10%로 直接 넣은 後 그 다음 濃度인 20%, 30%까지 서서히 넣어 6週 동안 適應시켰을 경우 한마리의 個體도 죽지 않았다. 틸라피아의 경우 이러한 結果는 冷水魚種인 연어科를 바닷물에 適應시켰을 때 斃死가 일어났다는 Boeuf와 Harache(1982)의 結果와 다르게 나타났으나, 무지개 송어의 경우 거의 類似한 結果를 보여주었으며, 溫水魚種인 틸라피아를 바닷물에 適應시켰을 경우 15%까지는 斃死가 거의 나타나지 않다가 22.5%에 適應시켰을 때 急激한 斃死가 일어났다는 Watanabe 等(1985)의 結果와 비교해 볼 때 틸라피아의 경우와 다르게 나타났다.

*Oncorhynchus mykiss*의 경우 smolts 段階에 있는 個體보다 產卵期에 접어든 3年生의 경우 1마리의 斃死가 없는 점으로 보아 이 結果는 *Salmo*와 *Oncorhynchus*의 稚魚(alevin 段階)를 海水에 適應시켰을 때 크기가 클수록 適應 能力이 뛰어났다고 報告한 Hoar(1976)의 結果와 類似한 傾向을 나타내었고, steelhead(*Salmo gairdneri*)와 무지개 松魚(*Salmo gairdneri*)의 稚魚의 海水馴致時 體重이 增加할수록 適應能力이 增加한다고 報告한 Johnsson과 Clarke(1988)의 結果와도 一致하는 傾向을 나타내었다.

淡水에서 產卵하고, 飼育된 틸라피아種(*Oreochromis aureus*, *O. niloticus*)과 雜種(*O. mossambicus* × *O. niloticus*)을 32%의 바닷물에 直接 혹은 서서히 馴致시키는 研究를 통해서 鹽分에 견디는 程度는 年齡 差異 보다는 물고기의 크기와 아주 密接한 關係가 있다고 報告한 Watanabe 等(1985)의 結果와도 類似하게 나타났으며, 여러가지 鹽分濃度에 直接的으로 移住시킨後 4週동안의 生存率이 *Oreochromis mossambicus*는 84%, *O. aureus*와 *O. niloticus*의 雜種은 62%, *O. spilurus*는 50%로 나타났고, 最上의 生存率은 2週 程度가 適當하다고 報告한 Al-Amoudi (1987)의 研究 結果보다는 상당히 높은 生存率을 나타냈다.

Table 1. Fish characteristics and environmental conditions of *Oreochromis niloticus* at time of transfer

Date of transfer	Type of transfer	Fish characteristics			Environmental conditions			
		Age (year)	B.W Average (g)	T.L Average (mm)	Seawater temperature (°C)	pH	D.O (ppm)	salinity (%)
18 / June / 1989	direct	1.0	112.2 ± 2.5	241	23~25	7.2	6.5	0
03 / July / 1989	progressive	1.0	128.9 ± 4.8	245	23~25	7.2	6.3	10
17 / July / 1989	progressive	1.0	132.6 ± 3.9	243	23~26	7.0	6.4	20
17 / July / 1989	progressive	1.0	115.2 ± 2.3	252	24~26	7.0	6.2	30

Table 2. The osmolality of serum, mortality and growth rate of *Oreochromis niloticus* at time of transfer

Date of transfer	Type of transfer	Osmolality (mOsmol)	Mortality	Growth rate	Salinity (%)
18 / June / 1989	direct	328.4 ± 16.40	0	—	0
03 / July / 1989	progressive	325.8 ± 3.000	0	—	10
17 / July / 1989	progressive	354.0 ± 16.17	0	—	20
17 / July / 1989	progressive	336.7 ± 5.700	0	1.5*	30

*: This is relative number of 30‰ to growth rate of 0‰ counted after 6 weeks.

2. 바닷물 適應時 나타나는 外形的인 特徵과 行動學的 變化

鹽分濃도가 0‰인 淡水에서 10‰ 바닷물에 갑자기 넣었을 때 나타나는 틸라피아의 體色の 變化는 Table 1 에 나타난 바와 같이 첫날의 경우 멜라닌 色素가 沈着된 어두운 색깔의 줄무늬가 가운데 部位로부터 시작되다가 漸次的으로 上下 部位까지 擴大되었고, 側線(lateral line)에 垂直으로 나타난 上下 줄무늬는 7일까지 維持되다가 8日경부터는 어두운 색깔의 이 줄무늬가 사라진 대신에 서서히 灰白色의 體色을 띠었으며, 이 體色은 鹽分濃度를 20‰, 30‰로 漸次的으로 높여서 實驗이 끝나는 6週後까지 繼續的으로 이어졌다.

이러한 結果는 0‰, 10‰, 20‰, 30‰의 鹽分 濃度에서 나타난 *Oreochromis niloticus*의 경우, thyroxine(T₄)의 濃度가 각각 0.720 μg / 100ml, 0.508 μg / 100ml, 0.876 μg / 100ml 그리고 1.102 μg / 100ml로서 有意性(P<0.05)있게 높아졌는데, 이와 같이 thyroxine의 增加 趨勢는 멜라닌 色素의 沈着이 增加하는 趨勢로 보아 이 호르몬은 體色の 變化에 影響을 미치는 것으로 思料되고, triiodothyronine(T₃)의 경

우 0‰, 10‰, 20‰, 30‰에서 各各 0.516 ng / ml, 0.882 ng / ml, 0.940 ng / ml, 0.638 ng / ml로서 10‰일 때 對照區인 0‰의 경우보다 甲狀腺 호르몬이 有意性(P<0.05)있게 增加하는 趨勢를 나타내는 것으로 보아 T₃와도 關聯이 있는 것으로 思料된다.

처음 10‰ 바닷물에 移住시킨 後 1日부터 3日까지 전혀 飼料의 攝取가 없었으나, 4日째부터 서서히 한두 마리씩 飼料를 攝取하기 始作하였고, 7日이 經過한 後부터 實驗이 끝나는 時期까지 飼料의 攝取가 活潑하게 이루어졌으며, 馴致시킨지 6週後에 30‰의 成長率과 對照區의 成長率을 比較해 보았을 때 Table 2에서와 같이 相對的인 成長率이 1.5倍 程度 높게 나타났는데, 이렇게 相對的으로 높게 나타난 數値를 볼 때 馴致後 生理 活性이 活潑하여 먹이 攝取가 旺盛해진 것으로 思料된다.

Table 3에서와 같이 틸라피아의 경우 10‰에서 T₄의 水準은 0.720 μg / 100ml인 對照區보다 0.508 μg / 100ml로 減少하다가 20‰에서 0.876 μg / 100ml로서 對照區 및 10‰보다 增加하였고, 30‰에서 1.102 μg / 100ml로 急增하였으며, T₃의 水準은 0.516

Table 3. Serum hormones levels(mean \pm S.E., S.D) of *Oreochromis niloticus* from 0% to 30% salinity.

	0%	10%	20%	30%
	mean \pm S.D S.E	mean \pm S.D S.E	mean \pm S.D S.E	mean \pm S.D S.E
Estradiol-17 β (pg/ml)	489.100 \pm 46.47 ^d 20.78	1382.080 \pm 146.0 ^c 65.29	1764.520 \pm 90.22 ^b 40.35	1918.020 \pm 38.63 ^a 17.27
Progesterone (ng/ml)	0.714 \pm 0.274 ^a 0.123	0.484 \pm 0.141 ^{ab} 0.063	0.296 \pm 0.117 ^b 0.052	0.614 \pm 0.247 ^a 0.111
Thyroxine (μ g/100ml)	0.720 \pm 0.062 ^{bc} 0.028	0.508 \pm 0.054 ^c 0.024	0.876 \pm 0.164 ^{ab} 0.074	1.102 \pm 0.485 ^a 0.217
Triiodothyronine (ng/ml)	0.516 \pm 0.215 ^c 0.096	0.882 \pm 0.121 ^{ab} 0.054	0.940 \pm 0.302 ^a 0.135	0.638 \pm 0.116 ^{bc} 0.052

a-d : Values with different superscript are significantly different, $P < 0.05$

ng/ml, 0.882 ng/ml, 0.940 ng/ml, 0.638 ng/ml
으로 漸次的으로 增加하다가 20%에서 高度의 有意性
($P < 0.05$) 있게 增加하였다.

**3. 바닷물 適應後의 血清中 Estradiol-17%,
progesterone, thyroxine(T₄),
triiodothyronine(T₃)의 變化**

Table 3은 틸라피아를 0%, 10%, 20%, 30%의 鹽
分 濃度로 移住시켰을 경우 나타난 estradiol-17 β ,
progesterone, T₄, T₃의 水準을 나타내고 있다.

Estradiol-17 β 는 각각 489.100 pg/ml, 1,382.080
pg/ml, 1,764.520 pg/ml, 1,918.020 pg/ml로서
30%에서 高度의 有意性($P < 0.05$)이 存在하였고, 鹽
分濃度가 높아질수록 漸次的으로 增加하는 趨勢를 나
타내었다. Progesterone의 경우에는 0.714 ng/ml,
0.484 ng/ml, 0.296 ng/ml, 0.614 ng/ml로서 0%,
10%, 20%까지 그 水準이 떨어지다가 30%에서 다시
약간 增加하였으나, 일정하게 變化하는 傾向은 없었
다.

甲狀腺 호르몬인 T₄는 0%, 10%, 20%, 30%에서
각각 0.720 μ g/100ml, 0.508 μ g/100ml, 0.876 μ
g/100ml, 1.102 μ g/100ml으로서 0%, 10%에서의
水準 變化는 거의 없었고, 20%, 30%에서의 水準 變
化도 없었으나 0%, 10%에서의 變化와 20%, 30%에
서의 水準 變化를 比較해 볼 때 2群사이에서는 有意性
($P < 0.05$)이 存在하였으며, 이러한 結果는 海水에 馴

致시켰을 때 血清內 thyroxine의 水準이 增加한다고
報告한 Richman 等(1987)의 結果와 一致하였다.

또 한가지 甲狀腺 호르몬인 T₃는 각각 0.516
ng/ml, 0.882ng/ml, 0.940ng/ml, 0.638ng/ml
로서 20%인 바닷물로 移住시킬 때 高度의 有意性
($P < 0.05$)이 存在하였고, 30%에서의 水準은 0%의
水準과 비슷한 보아 生理學的 側面에서 볼 때 漸次的
으로 安定된 趨勢를 나타내는 것으로 思料되며, 이러
한 甲狀腺 호르몬은 外形의인 變化, 行動學的인 變化,
生理學的인 變化 等に 重要한 影響을 미치는 것으로
나타났으며, 은연어를 바닷물에 適應시킬 때 T₄의 分
泌가 增加한다고 報告한 Folmar와 Dickhoff(1980),
Folmar 等(1982)의 結果와 거의 一致하였으며, 이러
한 結果는 amago salmon(*Oncorhynchus rhodurus*)
의 parr 및 smolts를 바닷물에 適應된지 最適의 狀態
바로 直前に thyroxine의 水準이 상당히 有意性있게
增加한다고 報告한 Nagahama 等(1982)의 結果와도
거의 一致되는 趨勢를 나타내었다.

그러나 이 結果는 1/3의 海水와 完全 海水로 이주
된 어린 농어(*Morone saxatilis*)에서 혈장내 T₄의 수
준이 有意性 있게 變하였지만 농어 치어에서 전체적인
호르몬의 量은 염분과 온도에 의해서 變化가 없다고
한 Parker 와 Specker(1990)의 結果와는 차이가 있
었다. 그러나 이러한 Parker 와 Specker(1990)의
結果가 상당히 짧은 기간(72h) 동안에 이 호르몬을
측정하였고, 그들도 變태 이전 단계에 있는 치어에서

측정한 혈장내 T₄의 수준이 상당히 높은 수치로 증가 되었다고 하였다. 그들도 결과적으로는 T₄ 호르몬이 농어의 치어가 성장하고 생존하는 데 염분농도가 유의한 역할을 수행하도록 매개체로서 역할을 한다고 결론을 내렸다. 또한 0‰에서 T₃의 수준보다 T₄의 수준이 높게 유지되었으나, 10‰, 20‰에서는 T₄의 수준보다 T₃의 수준이 더 높게 유지되었다. 이러한 결과는 담수산 어류에서는 T₄의 수준이 T₃보다 높게 유지되나, 해산어에서는 T₃의 수준이 더 높게 유지되었다고 보고한 Tagawa 등(1990)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 30‰에서는 T₄의 수준이 T₃보다 상대적으로 높게 유지되었다.

現在까지 溫水魚種인 잉어에 대해서 調査된 바 있으나, 같은 溫水魚種인 틸라피아에 대해서는 發表된 경우가 거의 없고, 더욱이 여러가지 鹽分 濃度에 대해서는 거의 全無한 狀態이며, 國內에서 틸라피아의 호르몬에 關하여 調査된 研究 論文이 없기 때문에 相互 比較할 수 없는 實情이다. 따라서 앞으로 더 많은 研究가 있어야 할 것이라 思料된다.

4. 바닷물 適應後의 血清中 호르몬간의 相關關係

틸라피아의 경우 여러가지 鹽分濃度에서 나타나는 호르몬간의 相關關係는 Table 4, 5, 6, 7에 나타난 바와 같다.

Table 4에서와 같이 0‰에서 estradiol-17β와 progesterone의 相關關係는 陰의 關係이고, 高度(P<0.001)의 相關關係로서 -0.989을 나타내었다. T₄와 T₃와의 相關係數는 +0.676으로서 陽의 相關關係이며,

有意性(P<0.05)이 存在하였다.

Table 5에서와 같이 10‰에서의 相關係數는 T₃와 T₄間에서의 相關關係는 陽의 關係로서 +0.640로서 低度(P<0.05)의 相關關係를 나타내고 있다.

Table 6에서와 같이 20‰에서의 相關關係는 estradiol-17β과 T₄와의 相關係數는 -0.924로서 陰의 相關關係를 나타내고 있으며, 中度(P<0.01)의 有意性이 存在하였다.

Table 7에서와 같이 30‰에서는 陰의 相關係數가 없고 모두 陽의 相關關係로서 estradiol-17β와 T₄와의 相關係數는 +0.659로서 有意性(P<0.05)이 存在하였고, estradiol-17β와 T₃와의 相關係數는 +0.843으로서 有意性(P<0.05)이 存在하였으며, progesterone과 T₄와의 相關係數는 +0.843으로서 有意性(P<0.05)이 存在하였다.

이 때의 스테로이드性 호르몬과 甲狀腺 호르몬間에는 有意性이 존재하는 것으로 사료되며, 이러한 結果들은 amago salmon의 수컷을 smoltification 시키는 기간동안에 血漿內 甲狀腺 호르몬은 性스테로이드 호르몬과 밀접한 관련이 있다고 主張한 Nagahama 등(1982)의 결과와도 一致하고 있다. 이러한 結果를 통해서 볼 때 30‰의 염분농도는 海水에 거의 도달되는 수준으로서 틸라피아도 海水에 거의 안정된 狀態를 나타내고 있는 狀態이다.

IV. 摘 要

1989年 6月 30日부터 10月 31日까지 本 實驗室 傘下

Table 4. Correlation coefficients between serum hormone concentration of *Oreochromis niloticus* in 0‰ salinity from June to August.

		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Estradiol-17β (pg/ml)	(X ₁)	I	-0.989***	0.313	-0.454
Progesterone (ng/ml)	(X ₂)		I	-0.263	0.500
Thyroxine (μg/100ml)	(X ₃)			I	0.676*
Triiodothyronine (ng/ml)	(X ₄)				I

*** : P<0.001, ** : P<0.01, * : P<0.05

Table 5. Correlation coefficients between serum hormone concentration of *Oreochromis niloticus* in 10% salinity from June to August.

		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Estradiol-17 β (pg /ml)	(X ₁)	I	0.447	-0.587	-0.253
Progesterone (ng /ml)	(X ₂)		I	0.147	0.677*
Thyroxine (μ g /100ml)	(X ₃)			I	0.640*
Triiodothyronine (ng /ml)	(X ₄)				I

*** : P<0.001, ** : P<0.01, * : P<0.05

Table 6. Correlation coefficients between serum hormone concentration of *Oreochromis niloticus* in 20% salinity from June to August.

		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Estradiol-17 β (pg /ml)	(X ₁)	I	-0.337	-0.924**	0.422
Progesterone (ng /ml)	(X ₂)		I	-0.043	0.120
Thyroxine (μ g /100ml)	(X ₃)			I	-0.445
Triiodothyronine (ng /ml)	(X ₄)				I

** : P<0.01, * : P<0.05

Table 7. Correlation coefficients between serum hormone concentration of *Oreochromis niloticus* in 30% salinity from June to August.

		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Estradiol-17 β (pg /ml)	(X ₁)	I	0.463	0.659*	0.768*
Progesterone (ng /ml)	(X ₂)		I	0.162	0.843**
Thyroxine (μ g /100ml)	(X ₃)			I	0.282
Triiodothyronine (ng /ml)	(X ₄)				I

*** : P<0.001, ** : P<0.01, * : P<0.05

養魚場에서 飼育中인 100~350g(平均 250g)인 틸라피아(*Oreochromis niloticus*)를 供試魚로 利用하여 鹽分 濃度 10%, 20%, 30%에서 馴致 可能性과 그에 따른 外形的인 變化 및 行動學的 變化와 estradiol-17 β , progesterone, thyroxine, triiodothyronine 그리고 prolactin 등의 內分泌學的 變化 및 그 相互間的 相關關係를 알기 위해서 그리고 窮極的으로 海水 馴致時의 機轉(mechanism)을 밝혀내기 위해서 本 研究를 實施하였다.

本 研究에서 얻어진 結果는 다음과 같다.

Seawater challenge test에서 틸라피아의 경우 10%, 20%, 30%에 馴致시켰을 때 各 群에서는 한마리의 個體도 죽지 않았다. 淡水에서 10%의 바닷물에서 일정기간동안 馴致시킬 경우 틸라피아의 體色은 줄무늬가 검정색에서 灰白色으로 變化하였고, 이 때의 thyroxine 및 triiodothyronine의 水準은 有意性($P<0.05$)있게 增加하였으며, 30%에서 가장 높은 水準을 나타내었다. 10%의 바닷물에 馴致시켰을 경우 틸라피아는 4日後부터 飼料를 攝取하기 始作하였다.

틸라피아의 estradiol-17 β 水準은 漸次的으로 增加하였다. 틸라피아의 progesterone 水準은 有意性($P<0.05$)있게 變하지 않았으며, 20%에서 가장 낮은 水準을 나타내었다. 틸라피아의 thyroxine 活性은 30%에서 棲息하던 群에서 관찰되었다. Triiodothyronine의 水準은 모든 鹽分濃度에서 有意性($P<0.05$)있게 變하였고, 30%에서 가장 높은 水準을 나타내었다.

틸라피아의 血清中 progesterone과 甲狀腺 호르몬인 T_3 와의 相關係數는 10%와 30%에서 각각 +0.677 과 +0.843으로서 陽의 相關關係를 나타내었고, 10%에서 thyroxine(T_4)과 triiodothyronine(T_3)은 +0.640를 나타내었다. 30%에서 triiodothyronine(T_3)은 다른 2가지 호르몬인 estradiol-17 β 와 progesterone과의 相關係數가 각각 +0.768 와 +0.843을 나타내었다.

V. 引用文獻

1. Al-Ahmad, T.A., M. Ridha and A.A. Al-Ahmed. 1988. Reproductive performance of the tilapia, *Oreochromis spilurus* in seawater

and brackish groundwater. *Aquaculture* 73, 323-332.

2. Al-Amoudi, M. M. 1987. The effect of high salt diet on the direct transfer of *O. spilurus* and *O. aureus*/*O. niloticus* hybrids to sea water. *Aquaculture* 64, 333-338.
3. Boeuf, G. and Y. Harache. 1982. Criteria for adaptation of salmonids to high salinity seawater in France. *Aquaculture* 28, 163-176.
4. Chervinski, J. and M. Zorn, 1974. Note on the growth of *Tilapia aurea*(Steindachner) and *Tilapia zillii*(Gervais) in sea-water ponds. *Aquaculture* 1, 249-255.
5. Dickhoff, W. W., L. C. Folmar, J. L. Mighell, and C. V. W. Mahnken. 1982. Plasma thyroid hormones during smoltification of yearling and underyearling coho salmon and yearling chinook salmon and steelhead trout. *Aquaculture* 28, 39-48.
6. Folmar, L. C. and W. W. Dickhoff. 1980. The parr-smolt transformation(smoltification) and seawater adaptation in salmonids. *Aquaculture* 21, 1-37
7. Folmar, L. C., W. W. Dickhoff, C. V. W. Mahnken, and F. W. Waknitz. 1982. Stunting and parr-reversion during smoltification of coho salmon(*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture* 28, 91-104.
8. Hoa, W. S. 1976. Smolt transformation : evolution, behavior, and physiology. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 33, 1234-1252.
9. Johnsson, J. and W. C. Clarke. 1988. Development of seawater adaptation in juvenile steelhead trout(*Salmo gairdneri*) and domesticated rainbow trout(*Salmo gairdneri*) effects of size, temperature and photoperiod. *Aquaculture* 71, 247-263.
10. Kang, S.J. and J.S. Kang. 1987. Rearing experiment of tilapia(*Oreochromis niloticus*) in the recirculating seawater system. *Bull. Tong-yeong Fish. Jr. Coll.* 22, 17-21.

11. Kim, P.K., J.G. Myoung, J.M. Kim, H.T. Huh and H.B. Kim. 1990. Rearing experiment of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, in seawater cage. Korean J. Aqua. 3(2). 127-133.
12. Nagahama, Y., S. Adachi, F. Tashiro, and E. G. Grau. 1982. Some endocrine factors affecting the development of seawater tolerance during the parr-smolt transformation of the amago salmon, *Oncorhynchus rhodurus*. Aquaculture 28, 81-90.
13. Parker, S. J. and J. L. Specker. 1990. Salinity and temperature effects on whole-animal thyroid hormone levels in larval and juvenile striped bass, *Morone saxatilis*. Fish Physiol. Biochem. 8(6). 507-514.
14. Peterson, I., and B. Korsgaard. 1989. Experimental induction of vitellogenin synthesis in eel (*Anguilla anguilla*) adapted to sea-water or freshwater. Gen. Comp. Endocrinol. 50, 11-17.
15. Richman III, N. H., S. Tai De Diaz, R. S. Nishioka, P. Prunet, and Bern, H. A. 1987. Osmoregulatory and endocrine relationships with chloride cell morphology and density during smoltification in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture 60, 265-285.
16. Tagawa, M., M. Tanaka, S. Matsumoto and T. Hirano. 1990. Thyroid hormones in eggs of various freshwater, marine and diadromous teleosts and their changes during egg development. Fish Physiol. Biochem. 8 (6). 515-520.
17. Watanabe, W. O., C.M. Kuo, M.C. Huang. 1985. The ontogeny of salinity tolerance in the tilapia, *Oreochromis aureus*, *O. niloticus* and an *O. mossambicus* × *O. niloticus* hybrid, spawning and reared in freshwater. Aquaculture 47, 353-367.
18. Yoon, Jong Man. 1991. Studies on the changes of endocrine, serum components, electrophoretic patterns, and ultrastructures of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on adaptation in the various salinities. Thesis of doctor degree. pp.248. Kon-Kuk Univ. Seoul.