

틸라피아의 海水馴致에 關한 生理學的 研究

Ⅲ. 호르몬과 血清成分間의 相關關係

尹鍾萬·朴弘陽

建國大學校 畜產學科

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

Ⅲ. Correlations between Serum Hormones and Components Levels

Yoon, Jong-Man, and Hong-Yang Park

Animal Science, Kon-Kuk University

SUMMARY

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

The results obtained in these experiments were summarized as follows.

Correlation coefficients of serum albumin and thyroxine were +0.907 and +0.611 in 10‰ and 20‰, respectively. In 30‰ salinity, serum BUN and other 3 kinds of hormones showed all negative correlation coefficients. Correlation coefficients of serum estradiol-17 β with calcium and cholesterol in 20‰ were +0.624, +0.773, respectively. Correlation coefficient between serum triglycerides and thyroxine in 30‰ was +0.989.

(Key Word : Tilapia(*Oreochromis niloticus*), endocrine changes, serum components, correlation coefficients)

I. 緒 論

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 調查가 外國의 경우 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하였는 데, 1年生의 경우 2~3年生과 有意性 있는 差異가 없었고, 全季節을 통

해서 볼 때 地下水에서의 繁殖力은 海水에서 서식하던 個體보다 2~5倍 程度 높게 나타났으며, 孵化率은 海水에서 보다는 地下水에서 약 2倍인 43% 程度 높게 나타났다고 報告하였다. Parker 와 Specker(1990)은 1/3의 海水와 완전 海水로 이주된 어린 농어 (*Morone saxatilis*)에서 혈장내 T₄의 수준이 유의성 있게 變하였지만 농어 치어에서 전체적인 호르몬의 量은 염분과 온도에 의해서 變化가 없다고 하였다.

그러나 變태 이전 단계에 있는 치어에서 측정된 혈장내 T₄의 수준은 상당히 높은 수치로 증가되었다고 보고하였으며, 결과적으로는 그들도 T₄ 호르몬이 농어의 치어가 성장하고 생존하는 데 염분농도가 ·유익한

* 본 研究는 韓國科學財團의 一般基礎研究費(1990~1992)의 지원과제(관리번호 911-1505-002-2)로서 수행되었습니다.

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 T₄의 수준이 T₃ 보다 높게 유지되나, 해산어에서는 T₃의 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.

지금까지 尹 等(1991)이 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 여러가지 호르몬 水準의 變化를 研究 調查하고자 하며, 血清中 卵巢 호르몬인 estradiol-17β의 濃度와 甲狀腺 호르몬인 thyroxine, triiodothyronine의 濃도 변화와 그 상호간의 관계 그리고 血清成分의 水準 變化와 그 상호간의 관계를 이미 보고한 바 있다.

본 연구는 產卵期中 호르몬 濃度와 血清成分 水準間의 相關關係를 調查하여, 각 호르몬이 어느 혈청에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하여 해수에 순치되는 과정과 해수에서 일어날 수 있는 산란의 메카니즘을 밝혀내는 데 필요한 기초 자료로 활용하고자 실시하였다.

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30日부터 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의인 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 調查하였다.

2) 血液 採取 및 血清 分離 方法

飼育중인 탱크에서 각각의 물고기를 꺼내는 즉시 heparin이 코팅되지 않은 18G 注射器를 利用하여 젖은 수건으로 眼球를 가린 후 caudal artery 및 vein으로 부터 血液를 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) 血清成分의 測定

遠心分離시킨 血清 一部를 即時 blood analyzer 및 kit(ABBOTT Co., ABA-200 series II, Automatic biochromatic clinical chemistry analyzer)를 利用하여 albumin, BUN, calcium, cholesterol, glucose, creatinine, total protein, triglycerides, alkaline phosphatase, SGOT, SGPT, total bilirubin, phosphorus의 13가지 成分을 調查하였다.

5) 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

1. 바닷물 適應後의 血清中 호르몬과 血清成分間의 相關關係

Fig. 1-A, B, C, D는 틸라피어를 0%, 10%, 20%, 30%의 해수에 이주시켰을 때 estradiol-17 β , progesterone, thyroxine, triiodothyronine의 변화이며, Fig. 2-A, B, C, D, E, F는 血清成分中 albumin, calcium, cholesterol, alkaline phosphatase, SGOT, phosphorus의 변화를 각각 나타내고 있다.

Table 1, 2, 3, 4는 각 鹽分濃度에서 측정된 호르몬과 血清成分間의 相關關係를 나타낸 것이다.

Table 1에서와 같이 0%에서 albumin은 progesterone과의 相關係數가 +0.684로 陽의 數로서 有意性이 存在하고, calcium은 progesterone과 +0.662의 陽의 相關係數이다. Glucose는 progesterone과는 +0.772의 陽의 相關係數를 나타내었다. Total bilirubin은 thyroxine을 除外한 나머지 3개의 호르몬

인 estradiol-17 β , progesterone, triiodothyronine 과 相關關係가 있으며, estradiol-17 β 와 中度의 相關關係로서 그 相關係數는 +0.905이고, 陽의 數를 나타내었으며, progesterone, triiodothyronine과는 陰의 相關係數로서 각각 -0.913, -0.708을 나타내었다. Phosphorus는 progesterone과 陽의 相關係數로서 +0.799이며, 中度 (P<0.01)의 相關關係가 있다.

Table 2에서와 같이 10%에서 albumin은 thyroxine, triiodothyronine과의 相關係數가 각각 +0.907, +0.787로서 有意性이 存在하고, 前者와는 中度의 相關關係에 있으며, creatinine은 estradiol-17 β 와 陽의 相關係數로서 +0.802를 나타내었다.

Total protein은 thyroxine, triiodothyronine과는 각각 +0.665, +0.753으로서 陽의 相關係數를 나

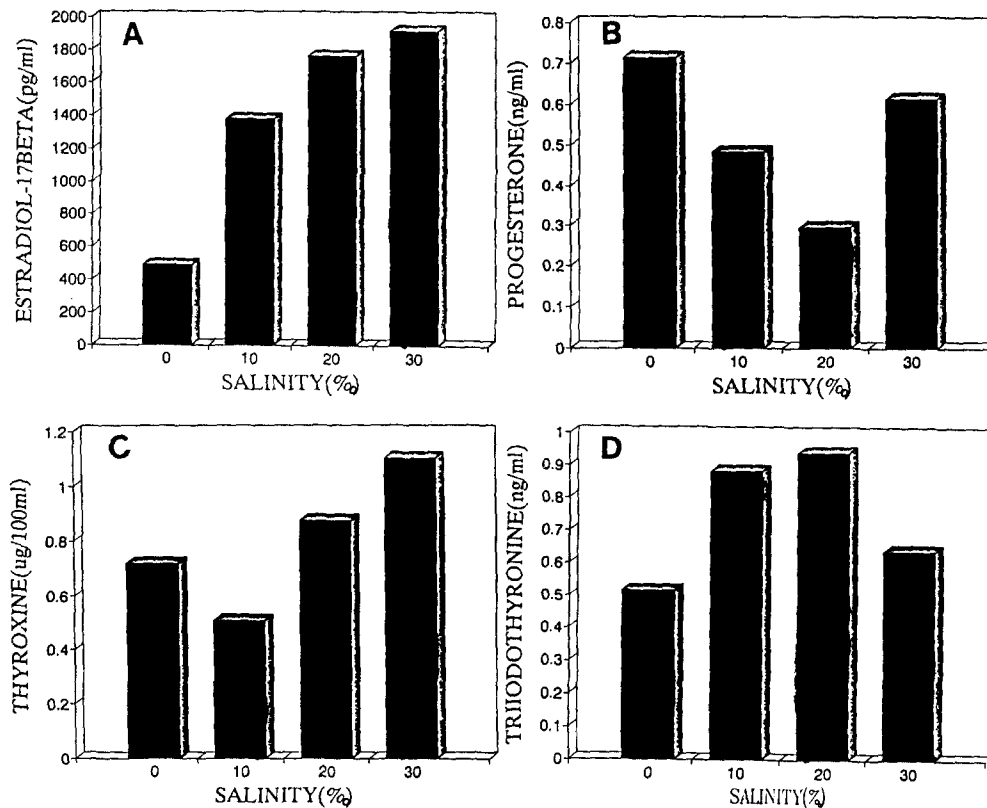


Fig. 1. The changes of estradiol-17 β (A), progesterone(B), thyroxine(C), triiodothyronine(D) following transfer from 0% freshwater to 10%, 20%, 30% seawater in tilapia(*Oreochromis niloticus*).

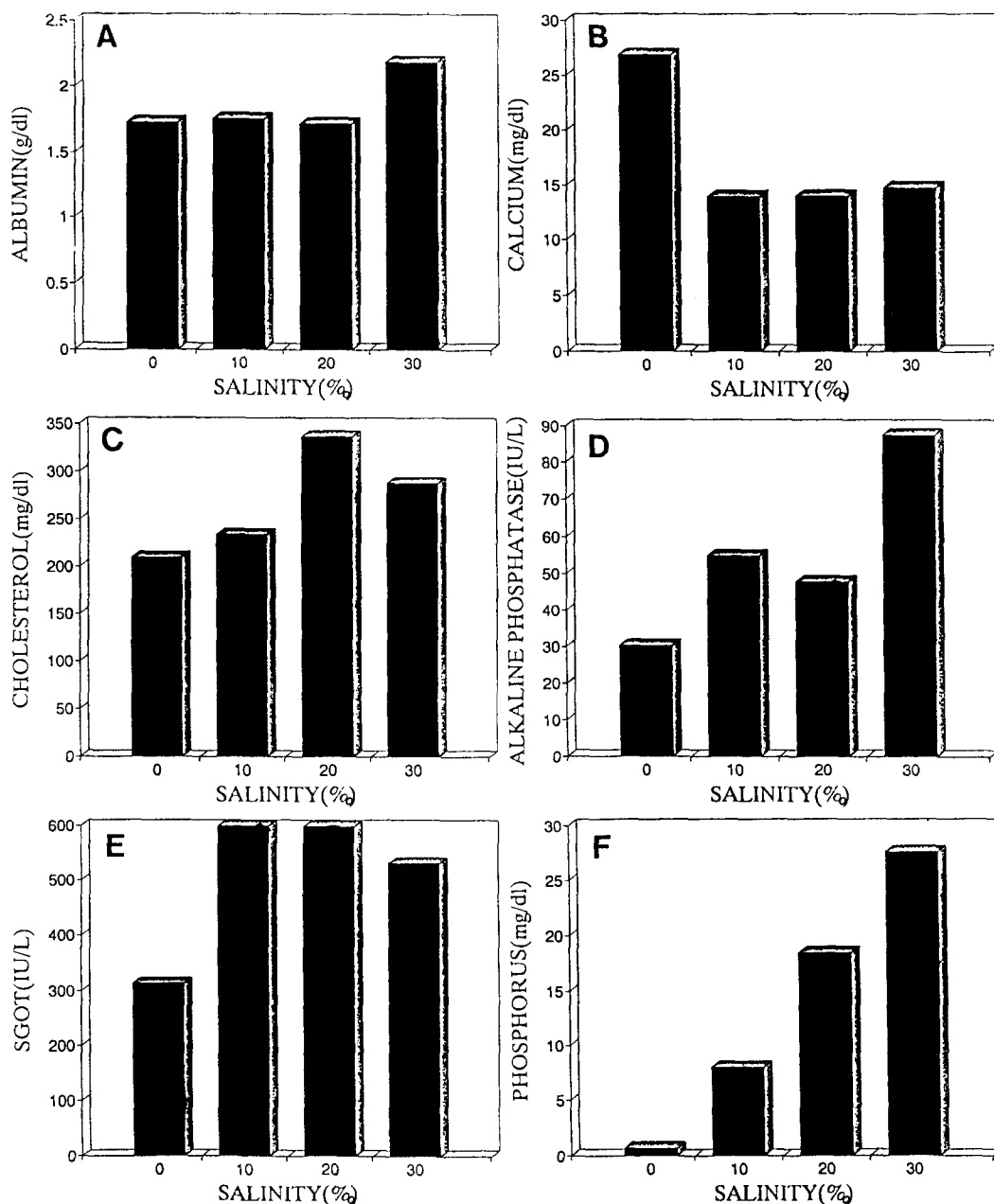


Fig. 2. The changes of albumin(A), calcium(B), cholesterol(C), alkaline phosphatase(D), SGOT(E) phosphorus(F) following transfer from 0‰ freshwater to 10‰, 20‰, 30‰ seawater in tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Table 1. Correlations between serum hormone concentration and serum component level of *Oreochromis niloticus* in 0‰ salinity.

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Albumin	-0.696*	0.664*	-0.684*	0.008
BUN	-0.399	0.301	-0.119	0.008
Calcium	-0.751*	0.662*	-0.099	0.453
Cholesterol	-0.495	0.599	0.091	0.589
Glucose	-0.812*	0.772*	-0.787*	-0.082
Creatinine	-0.414	0.340	-0.774*	-0.534
Total protein	-0.264	0.157	-0.442	-0.107
Triglycerides	0.424	-0.509	0.014	-0.193
Alkaline phosphatase SGOT(AST)	0.197	-0.188	-0.235	-0.147
SGPT(ALT)	-0.010	0.146	0.322	0.273
T.Bilirubin	0.049	0.057	0.478	0.295
T.Bilirubin	0.905**	-0.913**	0.039	-0.708*
Phosphorus	-0.814**	0.799**	-0.526	0.017

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

2) X₁ : Estradiol-17β, X₂ : Progesterone, X₃ : Thyroxine, X₄ : Triiodothyronine

타내며, triglycerides는 estradiol-17β와 -0.707의 陰의 相關關係를 나타내었다. Alkaline phosphatase 도 estradiol-17β와 陰의 相關係數로서 -0.685를 나타내었다. SGOT는 estradiol-17β, progesterone과는 각각 陽의 相關係數로서 +0.756, +0.794를 나타내었으며, SGPT는 estradiol-17β, progesterone과는 각각 -0.786, -0.771로서 陰의 相關係數를 나타내었다.

Table 3에서와 같이 20%에서 albumin은 triiodothyronine과 +0.611으로서 陽의 相關關係이고, calcium은 estradiol-17β 과 +0.624로서 陽의 相關關係

이며, thyroxine과는 陰의 相關關係로서 -0.792를 나타내었다. Cholesterol은 estradiol-17β, triiodothyronine과는 각각 +0.773, +0.776로서 陽의 相關關係를 나타내었다. Creatinine은 thyroxine과 +0.916로서 中度(P<0.01)의 相關係數를 나타내었고, estradiol-17β와는 陰의 相關關係로서 -0.703이며, triglycerides는 progesterone을 除外한 나머지 3개의 호르몬인 estradiol-17β, thyroxine, triiodothyronine 과 相關關係를 나타냈고, thyroxine과는 +0.854의 相關係數를 나타냈으며, triiodothyronine과는 陰의 相關關係로서 -0.736을 나타내었다. Al-

Table 2. Correlations between serum hormone concentration and serum component level of *Oreochromis niloticus* in 10‰ salinity. (Regression function)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Albumin	-0.335	0.532	0.907** (1.66X+0.91)	0.787*
BUN	-0.501	0.154	0.437	0.211
Calcium	0.133	0.373	-0.091	-0.089
Cholesterol	-0.285	-0.297	-0.079	0.211
Glucose	-0.157	0.003	0.523	-0.104
Creatinine	0.802* (0.01X-4.42)	0.298	-0.663*	-0.496
Total protein	-0.522	0.495	0.665*	0.753* (3.09X+1.12)
Triglycerides	-0.707	-0.307	0.379*	0.441
Alkaline phosphatase	-0.685*	-0.133	0.024	0.269
SGOT(AST)	0.756*	0.794* (281.7X+462.9)	-0.093	0.419
SGPT(ALT)	-0.786*	-0.771*	-0.022	-0.273
T.Bilirubin	-0.348	-0.554	-0.392	-0.598
Phosphorus	-0.906**	-0.588	0.643* (21.3X-2.82)	0.166

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

2) X₁ : Estradiol-17β, X₂ : Progesterone, X₃ : Thyroxine, X₄ : Triiodothyronine

alkaline phosphatase는 estradiol-17β과는 陽의 相關關係로서 +0.814이고, SGPT는 progesterone과는 陽의 相關關係로서 +0.906으로 中度(P<0.01)의 有意性을 나타냈으며, total bilirubin은 estradiol-17β와는 陽의 相關關係로서 +0.753을 나타내었다.

Table 4에서와 같이 30‰에서 BUN은 thyroxine을 제외한 나머지 3개의 호르몬인 estradiol-17β, progesterone, triiodothyronine 과 陰의 相關關係로서 estradiol-17β를 除外한 나머지 호르몬과 모두 中度(P<0.01)의 相關關係를 나타냈고, calcium은

progesterone, triiodothyronine과는 陰의 相關關係를 나타내었다. Creatinine은 progesterone, triiodothyronine과 陰의 相關關係를 나타내었고, triglycerides는 estradiol-17β, thyroxine과 각각 +0.727, +0.989로서 後者와는 高度(P<0.001)의 相關關係를 나타내었다.

SGOT는 progesterone, triiodothyronine과 모두 陽의 相關關係를 나타내었다. SGPT는 thyroxine과 陽의 相關關係로서 +0.844의 中度(P<0.01)의 相關關係이었고, phosphorus는 thyroxine을 除外한 나머

Table 3. Correlations between serum hormone concentration and serum component level of *Oreochromis niloticus* in 20‰ salinity. (Regression function)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Albumin	-0.388	0.289	0.352	0.611* (0.54X+1.2)
BUN	-0.086	-0.280	0.199	-0.500
Calcium	0.624* (0.01X-11.1)	0.229	-0.792*	-0.115
Cholesterol	0.773* (0.86X-1185.3)	-0.085	-0.748*	0.777* (258.9X+93.1)
Glucose	-0.515	-0.034	0.513	-0.721*
Creatinine	-0.703*	-0.427	0.916** (4.43X-1.61)	-0.463
Total protein	0.295	-0.667	-0.059	0.038*
Triglycerides	-0.675*	-0.398	0.854** (231.1X+35.6)	-0.736*
Alkaline phosphatase SGOT(AST)	0.814*	-0.164	-0.826* (0.1X-123.9)	0.126
SGPT(ALT)	-0.320	0.205	0.217	-0.846**
T.Bilirubin	0.007	0.906** (29.5X+1.6)	-0.385	0.109
Phosphorus	0.753* (7.57X-0.12)	-0.634*	-0.526*	0.580
	0.358	-0.108	-0.359	-0.428

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

2) X₁ : Estradiol-17β, X₂ : Progesterone, X₃ : Thyroxine, X₄ : Triiodothyronine

지 3개의 호르몬인 estradiol-17β, progesterone, triiodothyronine과 陽의 相關關係를 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. 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.
4. Johnsson, J. and W. C. Clarke. 1988. Development of seawater adaptation in juvenile steelhead trout(*Salmo gairdneri*) and domesticated rainbow trout(*Salmo gairdneri*) ef-

Table 4. Correlations between serum hormone concentration and serum component level of *Oreochromis niloticus* in 30‰ salinity. (Regression function)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Albumin	0.022	-0.060	-0.045	-0.277
BUN	-0.758*	-0.920**	-0.479	-0.921**
Calcium	-0.109	-0.859**	0.365	-0.649*
Cholesterol	0.080	-0.474	-0.241	-0.326
Glucose	0.458	0.298	-0.141	0.334
Creatinine	-0.449	-0.829*	-0.525	-0.726*
Total protein	-0.219	-0.008	-0.173	-0.369
Triglycerides	0.727* (2.35X - 4140.8)	0.189	0.989***	0.316
Alkaline phosphatase	-0.224	-0.129	0.568	-0.338
SGOT(AST)	0.243	0.886** (449.2X + 256.1)	-0.144	0.610* (660X + 110.2)
SGPT(ALT)	0.518	0.555	0.844** (6.7X + 2.65)	0.412
T.Bilirubin	-0.207	-0.009	-0.215	-0.351
Phosphorus	0.827* (0.04X - 46.1)	0.629* (4.6X + 24.7)	0.190	0.799* (0.5X + 1.2)

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

2) X₁ : Estradiol-17β, X₂ : Progesterone, X₃ : Thyroxine, X₄ : Triiodothyronine

- fects of size, temperature and photoperiod. *Aquaculture* 71, 247-263.
- Kang, S.J. and Kang, J.S. 1987. Rearing experiment of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the recirculating seawater system. *Bull. Tong-yeong Fish. Jr. Coll.* 22, 17-21.
 - Kasahara, N. and M. Ban. 1988. Seawater adaptability and growth in the hatchery-reared and wild masu salmon, *Oncorhynchus masou*, after transfer to seawater. *Hokkaido Univ.* 43, 81-84.
 - 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.
 - Kojima, H. and T. Izumi. 1985. Changes in hyposmmoregulatory ability associated with smolt transformation in wild masu salmon (*Oncorhynchus masou*). *Hokkaido hatcheries*

- reports 40, 77-86.
9. 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.
 10. Ozaki, H. and K. Kikuchi. 1972. Water content of blood in carp adapted to diluted seawater. *J. Tokyo. Univ. Fish.* 59(1),27-31.
 11. 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.
 12. 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.
 13. Ray, A.K., S.S. Bhattacharjee and A.K. Medda. 1977. Histochemical studies on the effect of thyroid hormone on alkaline and acid phosphatase activities in liver of fish and amphibia. *Endokrinologie*, 68, 80-85.
 14. 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.
 15. Usher, M. L., C. Talbot, and F. B. Eddy. 1988. Drinking in Atlantic salmon smolts transferred to seawater and the relationship between drinking and feeding. *Aquaculture* 73, 237-246.
 16. 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.
 17. Yamauchi, K., S.N. Richard, G. Young, T. Ogasawara, T. Hirano and H.A. Bern. 1991. Osmoregulation and circulating growth hormone and prolactin levels in hypophysectomized coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) after transfer to fresh water and seawater. *Aquaculture* 92. 33-42.
 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.