

틸라피아의 海水馴致에 關한 生理學的 研究

II. 血清成分과 電氣泳動像의 變化

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

II. Serum Components Levels and Electrophoretic Patterns

Yoon, Jong-Man, and Hong-Yang Park

Animal Science, Kon-Kuk University

SUMMARY

This study was taken to examine serum components concentrations and electrophoretic patterns of female tilapia(*Oreochromis niloticus*) living in 0‰, 10‰, 20‰, and 30‰ salt concentrations, respectively.

The results obtained in these experiments were summarized as follows.

The level of albumin and total protein showed changes in each salinity, but didn't significantly($P < 0.05$) change in *Oreochromis niloticus*. The level of BUN didn't significantly($P < 0.05$) change. When fish were adapted from 0‰ to 10‰, 20‰ and 30‰, each calcium level in every salinity groups showed less than that of control, and didn't significantly change in 10‰, 20‰, 30‰ salinity. The level of calcium didn't significantly($P < 0.05$) change in each salinity. In 20‰ salinity, the level of cholesterol was at the highest peak. When fish were adapted from 0‰ to 10‰, 20‰ and 30‰, each glucose level gradually decreased. When fish were adapted from 0‰ to 10‰, 20‰ and 30‰. In 30‰ salinity, the level of alkaline phosphatase was at the highest peak. The level of serum enzyme such as SGOT and SGPT was higher in seawater-adapted group than in freshwater group. The level of phosphorus changed significantly($P < 0.05$) in each salinity. Correlation coefficient between serum albumin and glucose in 0‰ was +0.924. Correlation coefficient between serum SGOT and SGPT of individuals in 0‰ was +0.917.

Fraction 1 of transferrin patterns of tilapia(*Oreochromis niloticus*) adapted in seawater was much thicker than that of transferrin patterns of individuals adapted in freshwater. Also fraction No. a wasn't observed in some individuals adapted in freshwater. These results showed that transferrin adapted in seawater relatively increased. Slight differences, that is, showed to be observed in total iron binding capacity and iron saturation rate between tilapia adapted in freshwater and in seawater. The increase in total iron binding capacity was attributed to a rise in transferrin present in the first fraction of serum protein adapted in seawater.

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

Accordingly, the serum iron levels seemed to be related to salinity(‰).

(Key Word : Tilapia(*Oreochromis niloticus*), adaptation, serum components, transferrin, electrophoretic patterns)

I. 緒 論

Ikeda와 Uematsu(1972)는 淡水과 海水에서 飼育 중인 *Salmo gairdneri*, *Seriola quinqueradiata*와 *Cyprinus carpio*의 血清內 transferrin의 量과 鐵分の 含量을 調査하였는데, 總鐵分 結合能力(total iron binding capacity)의 上昇은 transferrin의 增加와 아주 密接한 聯關이 있고, 海水 適應된 무지개 松魚의 수컷이 암컷보다 血清內 鐵含量 水準이 높게 나타났으며, 淡水에 適應된 個體보다 海水에 適應된 個體의 水準이 보다 높게 나타났다고 報告하였다. Ozaki와 Kikuchi(1972)는 段階別로 稀釋시킨 海水에 適應시킬 때 全血內 水分含量은 鹽分濃도가 增加할수록 減少한다고 報告하였다.

Nagahama 等(1982)은 parr, smolts를 바닷물로 移住時 parr의 경우 血清中 sodium 水準은 急激한 增加를 나타내었고, smolts의 경우 血清中 sodium의 變化가 처음에는 두드러진 增加 趨勢를 나타내다가 어느 程度 時間의 經過가 있는 後에는 다시 減少하는 傾向을 나타내었다고 報告하였다.

Kojima와 Izumi(1985)는 야생 masu salmon을 smolt-transformation시키는 過程을 決定하기 위해서 海水의 適應力에 대한 指標로서 사용되는 sodium 濃度の 變化를 연구하였다. Richman III 等(1987)은 smoltification時 은연어(*Oncorhynchus kisutch*)의 血清中 sodium의 變化가 0, 8, 12와 24時間동안 淡水에서의 水準과 類似한 水準이나 時間이 經過하여 48h 以後부터는 有意하게($P < 0.05$) 떨어졌다고 研究 報告하였다.

Kasahara 等(1988)은 人工孵化된 2年生 *Oncorhynchus masou*를 海水에 直接 넣었을 때 時間이 經過함에 따라 sodium의 濃도가 增加하는 趨勢를 보였다고 報告하였다. Usher 等(1988)은 淡水에서 海水로 급격한 移住時 혈장내 Na^+ 과 Cl^- 수준이 增加한다고 主張하였다. Petersen과 Korsgaard(1989)는 뱀장어(*Anguilla anguilla*)를 淡水와 海水에 適應시켰을 때

海水에 適應된 個體의 sodium의 濃도가 增加하였고, 단백질의 含量도 增加하였다고 報告하였다.

Yamauchi 等(1991)은 腦下垂體가 摘出된 은연어를 淡水와 海水로의 移住後 成長호르몬과 prolactin의 變化와 滲透壓 調節을 연구하였고, 淡水와 1/4 농도의 海水로 이주후 對照區와 腦下垂體 摘出된 물고기에서 血漿內 sodium 水準 및 滲透壓의 變化가 없었다고 報告하였다.

Patras와 Stone(1961)은 rivanol을 利用하여 소의 血清蛋白質의 부분적인 精製에 대하여 研究하였다. Tsuyuki 等(1965)는 starch gel 電氣泳動法에 의해서 약 50여 가지의 海水產 및 淡水產 硬骨魚類의 근육 myogens과 血液內 hemoglobins을 分離시켰다. Fletcher와 Huehns(1968)는 transferrin의 構造와 機能을 研究하였으며, 體內에서 철이온의 運搬뿐만 아니라 철이온의 吸收 및 分配等 다양한 역할을 수행한다는 사실을 提示하였다.

Hershberger와 Pratschner(1981)는 血清中 鐵이온의 含量과 總鐵이온 結合 能力의 정상적인 수준을 분석하였고, 2群 사이에 鐵이온 結合能力에 統計學的 차이가 존재한다고 보고하였다.

이와 같이 외국에서는 어류에 대한 血清成分 및 전기영동에 관한 연구가 많이 이루어져왔다. 그러나 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, 國家 研究機關에서 國家 特定 研究事業의 일환으로, 또한 金 等(1990)이 은연어 및 무지개 松魚의 海上 가두리 養殖事業이 실시하였지만, 담수어를 바닷물에 適應시키는 동안에 일어나는 여러가지 血清成分 및 이들 성분들의 電氣泳動像의 變化에 대한 生理學的 研究가 아직까지 시행된 바 없다.

따라서 본 연구는 여러가지 鹽分 濃度の 일정한 바닷물의 閉鎖式 循環濾過式 裝置內에서 適應, 馴致된 틸라피아의 여러가지 血清成分 水準의 變化와 transferrin의 電氣泳動像 變化를 研究 調査하고자 한다.

II. 材料 및 方法

1. 供試魚(틸라피아, *Oreochromis niloticus*)

水溫이 23~26°C (24 ± 1°C)이고, 溶存酸素量이 6.3 ± 0.2 ppm, pH 7.2인 正常的인 光週期를 받는 2個의 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°C로 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 하여 適應, 馴致시켰다.

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 가린후 caudal artery 및 vein 으로부터 血液을 採取하여 血清을 遠心分離시킨 다음 一部를 血清 蛋白質 成分 分析, 電氣泳動像 分割 實驗의 샘플로 利用하였고, 나머지는 호르몬 농도의 測定에 利用하였다.

3) 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 13가지 成分을 調査하였고, 血清 globulin 量은 血清中 總蛋白質量에서 血清 albumin 量을 減한 값으로 구하였으며, albumin 量과 globulin 量으로 A/G 比率를 測定하였다.

4) 電氣泳動의 方法

0%, 10%, 20%, 30%에서 馴致 適應된 틸라피아의 각 個體로 부터 採取 分離된 血清을 試料로 利用하였고, Weber 等(1969)의 方法을 變形시킨 polyacrylamide gel 電氣泳動法으로 이용하였으며, 0.125% Coomassie brilliant blue R-250% 溶液으로 染色시

켰다. Transferrin 은 Patras와 Stone(1961)의 方法인 rivanol-precipitation 法을 變形시켜서 分離 抽出시켰다.

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 血清成分間의 相關關係는 Pearson 相關係數法을 利用하여 分析하였다. QUANTRO PRO 프로그램을 利用하여 각각의 그래프를 圖式하였다.

III. 結果 및 考察

1. 바닷물 適應時 나타나는 血清成分의 變化

Table 1은 틸라피아의 血清 成分을 나타낸 것으로서 albumin의 경우 0%, 10%, 20%, 30%에서 각각 1.728 g/dl, 1.752 g/dl, 1.716 g/dl, 2.182 g/dl로 數值上의 差異는 어느 程度 있으나 有意性(P<0.05)이 없는 것으로 나타났다. BUN은 0%, 10%, 20%, 30%에서 각각 1.658 mg/dl, 1.430 mg/dl, 1.376 mg/dl, 1.628 mg/dl인 數值를 나타냈으나 albumin 과 마찬가지로 有意性(P<0.05)이 없었다. Calcium은 0%, 10%, 20%, 30%에서 각각 26.868 mg/dl, 13.920 mg/dl, 14.012 mg/dl, 14.770 mg/dl로서 이는 淡水에서 높은 數值를 나타내다가 10%, 20%, 30%에서 數值上의 差異는 있으나 有意性(P<0.05)이 없는 것을 나타냈다.

Cholesterol은 0%, 10%에서 각각 209.980 mg/dl, 234.160 mg/dl이므로 이 2가지 鹽分濃度에서는 有意性(P<0.05)이 없고, 20%, 30%에서 각각 336.400 mg/dl, 288.040 mg/dl로서 有意性(P<0.05)이 없는 것으로 나타났다. Glucose는 0%, 10%, 20%, 30%에서 각각 91.086 mg/dl, 88.698 mg/dl, 62.808 mg/dl, 55.834 mg/dl로서 漸次的으로 減少하는 傾向으로서 高度의 有意性(P<0.05)이 存在하였다. Creatinine은 그 數值가 一定한 變化 傾向없이 有意性(P<0.05)이 存在하였다.

Total protein은 0%, 10%, 20%, 30%에서 각각 3.798 g/dl, 3.844 g/dl, 3.250 g/dl, 3.892 g/dl로

Table 1. Serum components levels of *Oreochromis niloticus* from 0‰ to 30‰ salinity.

	0‰	10‰	20‰	30‰
	mean ± S.D S.E	mean ± S.D S.E	mean ± S.D S.E	mean ± S.D S.E
Albumin(g /dl)	1.728 ± 0.251 ^a 0.112	1.752 ± 0.098 ^a 0.044	1.716 ± 0.269 ^a 0.120	2.182 ± 0.526 ^a 0.235
BUN(mg /dl)	1.658 ± 0.795 ^a 0.355	1.430 ± 0.334 ^a 0.149	1.376 ± 0.328 ^a 0.147	1.628 ± 0.213 ^a 0.095
Calcium(mg /dl)	26.868 ± 5.072 ^a 2.268	13.920 ± 2.173 ^b 0.972	14.012 ± 2.059 ^b 0.921	14.770 ± 1.351 ^b 0.604
Cholesterol(mg /dl)	209.980 ± 50.49 ^b 22.58	234.160 ± 36.02 ^b 16.11	336.400 ± 100.7 ^a 45.02	288.040 ± 42.43 ^{ab} 18.98
Glucose(mg /dl)	91.086 ± 27.19 ^a 12.16	88.698 ± 19.17 ^a 8.572	62.808 ± 14.65 ^{ab} 6.549	55.834 ± 24.01 ^b 10.74
Creatinine(mg /dl)	0.612 ± 0.105 ^c 0.047	3.154 ± 1.000 ^a 0.447	2.268 ± 0.796 ^{ab} 0.356	1.834 ± 0.423 ^b 0.189
Total protein(g /dl)	3.798 ± 1.073 ^a 0.479	3.844 ± 0.496 ^a 0.222	3.250 ± 0.463 ^a 0.207	3.892 ± 0.676 ^a 0.303
Triglycerides(mg /dl)	25.242 ± 8.974 ^c 4.014	289.080 ± 79.65 ^{ab} 35.62	238.060 ± 44.53 ^b 19.91	367.180 ± 124.9 ^a 55.86
A. Phosphatase(IU /L)	30.280 ± 9.737 ^b 4.354	54.902 ± 14.71 ^b 6.578	47.876 ± 10.79 ^b 4.825	87.458 ± 34.12 ^a 15.26
SGOT(AST)(IU /L)	314.120 ± 46.66 ^b 20.87	599.280 ± 50.04 ^a 22.38	597.980 ± 200.4 ^a 89.61	531.940 ± 125.2 ^a 56.01
SGPT(ALT)(IU /L)	26.200 ± 9.215 ^a 4.121	14.548 ± 4.064 ^b 1.818	10.324 ± 3.797 ^b 1.698	10.036 ± 3.852 ^b 1.723
T.Bilirubin(mg /dl)	3.908 ± 0.412 ^a 0.184	2.802 ± 0.520 ^b 0.233	1.212 ± 0.091 ^c 0.041	1.648 ± 0.259 ^c 0.116
Phosphorus(mg /dl)	0.676 ± 0.155 ^d 0.069	7.988 ± 1.772 ^c 0.792	18.426 ± 1.366 ^b 0.611	27.542 ± 1.794 ^a 0.802

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

서 albumin과 마찬가지로 一定한 傾向이 없이 變하였고, 有意性(P<0.05)이 없게 나타났으며, 이러한 結果는 같은 溫水性 魚種인 뱀장어(*Anguilla anguilla*)를 淡水와 海水에 適應시켰을 때 sodium의 濃度가 減少하였고, protein의 含量이 약간 增加하였다고 報告한 Petersen 과 Korsgaard(1989)의 結果와 어느 程度 비슷한 傾向을 나타내었다.

Triglycerides는 0‰, 10‰, 20‰, 30‰에서 각각 25.242 mg /dl, 289.080 mg /dl, 238.060 mg /dl, 367.180 mg /dl로서 10‰, 20‰, 30‰의 水準은 0‰의 水準과 比較해 볼 때 有意性(P<0.05) 있게 增加하

였다. Alkaline phosphatase는 0‰, 10‰, 20‰, 30‰에서 각각 30.280 IU /L, 54.902 IU /L, 47.876 IU /L, 87.458 IU /L로서 0‰, 10‰, 20‰의 水準보다 30‰의 水準에서 有意性(P<0.05) 있게 增加하였으며, 30‰에서 thyroxine의 濃度가 最高値를 나타낼 때 alkaline phosphatase의 濃度도 增加한다는 結果는 T₄를 注射했을 경우 硬骨魚類의 腸에서 이온의 能動的인 遂送에 重要な 役割을 하는 alkaline phosphatase의 分泌가 增加한다고 한 報告한 Ray 等(1977)의 結果와 거의 一致하였다.

SGOT는 0‰, 10‰, 20‰, 30‰에서 각각 314.120

IU/L, 599.280IU/L, 597.980IU/L, 531.940IU/L로서 數值上의 差異는 있으나 10%, 20%, 30%에서의 濃度는 有意性 ($P < 0.05$)이 없었고, 對照區인 0%와는 有意性($P < 0.05$) 있게 差異가 있었다. SGPT는 0%, 10%, 20%, 30%에서 각각 26.200 IU/L, 14.548IU/L, 10.324IU/L, 10.036IU/L로서 10%에서의 水準은 0%의 水準보다 거의 2배의 減少現象을 보여 주었으며, 10%, 20%, 30%에서의 水準은 有意性($P < 0.05$)이 存在하지 않았다.

Bilirubin의 경우 각각 3.908 mg/dl, 2.802 mg/dl, 1.212 mg/dl, 1.648 mg/dl로서 高度의 有意性 ($P < 0.05$)이 存在하였다. Phosphorus에 대해서는 각각 0.676 mg/dl, 7.988 mg/dl, 18.426 mg/dl, 27.542 mg/dl로서 高度의 有意성이 存在하였다.

이와 같이 血清 成分의 濃度가 全般的으로 높게 나타난 것은 아가미 鹽分細胞(gill chloride cells)에 의해서 體內에 蓄積된 여러가지 無機質 成分의 排泄이 이루어지게 되지만 滲透作用에 의해서 體內에 鹽分 및 다른 無機質 成分의 蓄積이 이루어지게 되는 結果에 基因한다고 思料된다.

Table 2에서와 같이 A/G 比率는 각각 0.836, 0.837, 1.124, 1.275로서 30%에서 가장 높은 數值를 나타내었는데 이는 30%에서 가장 높아지는 것으로 보아 A/G 比率는 T_4 와 相互 聯關性이 있는 것으로 思料되며, 앞으로 더 많은 研究가 있어야 하겠다.

一般的으로 血清內 滲透壓은 모두 300mOsmol로서 이는 對照區인 0%에서 보다 훨씬 높은 數值를 나타내고 있으며, 이러한 結果는 Folmar와 Dickhoff (1980)가 海水 馴致 期間동안 血漿內 滲透壓 水準이 모두 높다고 한 結果와 一致하였고, 뱀장어(*Anguilla anguilla*)의 海水馴致時 淡水에서 棲息하는 個體보다 滲透壓이 增加하였다고 報告한 Petersen과 Kor-

sgaard(1989)의 結果와도 一致하는 傾向을 나타내었으며, 一般的으로 바닷물에 適應시켰을 때 全血의 量은 민물에 棲息하는 個體보다 相對的으로 적게 나타났는데, 이것은 滲透壓 調節能力에 의해서 血液成分의 濃縮으로 基因되며, 이것은 연어科를 海水 馴致時 血液의 量이 적다고 한 Folmar와 Dickhoff(1980)의 結果와도 거의 一致하였다.

Yamauchi 등(1991)은 비록 정상적인 물고기와 腦下垂體가 적출된 개체간에 차이가 있지만, 1/4의 濃度를 가진 海水로 이주시 적응기간 동안에 對照區와 腦下垂體 적출된 개체의 경우 滲透壓에 있어서는 큰 變化가 없었다.

2. 바닷물 適應後의 血清成分間의 相關關係

Table 3, 4, 5, 6은 각 鹽分濃度에서 측정된 각 血清成分間의 相關關係를 나타낸 것이다.

Table 3은 0%의 鹽分濃度에서 측정된 각 血清成分間의 相關關係를 나타낸 것이다.

0%의 鹽分濃度에서 틸라피아의 albumin과 glucose의 相關係數는 陽(+0.924)이고, 中度($P < 0.05$)의 相關關係를 나타내고 있으며, triglycerides와 phosphorus에 대한 glucose의 相關係數는 각각 +0.636과 +0.739로서 모두 陽의 關係를 나타내고 있다. Creatinine과 phosphorus와의 相關係數는 +0.790이고, total protein과 triglycerides의 相關關係는 陽의 關係로서 그 係數는 +0.730이나, total protein과 SGPT는 陰의 關係로서 그 값이 -0.971을 나타내며, 이 수치는 高度($P < 0.001$)의 相關關係를 나타내고 있다. SGOT와 SGPT에 대한 triglycerides의 相關係數는 각각 -0.815와 -0.822를 나타내고, SGOT와 SGPT는 陽의 關係로서 +0.917의 값을 나타내며, 이 수치는 中度($P < 0.01$)의 有意性있는 수준을 나타내

Table 2. A/G ratios of *Oreochromis niloticus* following transfer to seawater in various 0%, 10%, 20% and 30% salinities.

Serum protein(g/dl)	Salinity(%)			
	0	10	20	30
Albumin	1.73	1.75	1.72	2.18
Globulin	2.07	2.09	1.53	1.71
A/G ratio	0.836	0.837	1.124	1.275

Table 3. Correlation coefficients among various serum components levels of *Oncorhynchus niloticus* in 0‰ salinity. (Regression function)

	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
Albumin	(X1) -0.045	0.526*	0.447	0.924*** (100.2X - 82.2)	0.335	0.704* (4.02X + 15.7)	0.116	0.497	-0.359	-0.609*	-0.681*	0.442
BUN	(X2)	0.645* (4.1X + 20.1)	-0.551	0.239	0.675 (0.09X + 0.46)	0.137	-0.167	-0.749*	-0.353	-0.032	-0.131	0.590
Calcium	(X3)		-0.027	0.566	0.303 (0.13X + 0.26)	0.623	0.136	-0.164	-0.538	-0.431	-0.741*	0.462
Cholesterol	(X4)			0.310	-0.396	-0.122	-0.371	0.337	0.534	0.238	-0.689*	0.149
Glucose	(X5)				0.636* (2.46X + 0.39)	0.543	-0.154	0.158	-0.263	-0.429	-0.644* (4.2X + 0.3)	0.739*
Creatinine	(X6)					0.181	-0.297	-0.412	-0.249	-0.158	-0.006	0.790*
T.Protein	(X7)						0.730* (6.1X + 2.05)	0.549	-0.898**	-0.971***	-0.335	-0.033 (1.2X - 0.04)
Triglycerides	(X8)							0.636* (0.69X + 12.9)	-0.815*	-0.822*	0.202	-0.679*
A.Phosphatase	(X9)								-0.315	-0.632*	-0.058	-0.522
SGOT(AST)	(X10)									0.917** (0.18X + 192.4)	-0.001	0.151
SGPT(ALT)	(X11)										0.115	0.177
T.Bilirubin	(X12)											-0.495
Phosphorus	(X13)											1

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

A. Phosphatase : Alkaline phosphatase

T. Protein : Total protein

Table 4. Correlation coefficients among various serum components levels of *Oncorhynchus niloticus* in 10‰ salinity. (Regression function)

	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
Albumin	(X1) 0.535	0.184	-0.283	0.525	-0.388	0.814*	0.131	-0.006	0.188	-0.311	-0.474	0.290
BUN	(X2) 0.770*	-0.603	0.663*	-0.003	0.799*	-0.167	0.448	-0.456	0.234	0.467	0.187	
Calcium	(X3) 0.770*	-0.603	0.663*	-0.003	0.799*	-0.167	0.448	-0.456	0.234	0.467	0.187	
	(5.0X+6.76)	-0.851*	0.557	0.623*	0.449	-0.702*	0.124	-0.097	-0.154	0.467	-0.458	
Cholesterol	(X4) -0.828*	-0.652*	-0.234	0.854*	0.362	-0.017	0.398	-0.204	0.414			
				(1.89X-153.3)								
Glucose	(X5) 0.155	0.339	-0.479	-0.319	-0.266	-0.142	0.131	0.141				
Creatinine	(X6) -0.329	-0.935**	-0.415	0.328	-0.495	0.208	-0.899*					
T.Protein	(X7) 0.198	0.519	-0.078	0.039	-0.021	0.246						
Triglycerides	(X8) 0.557	-0.279	0.567	-0.132	0.767*							
A.Phosphatase	(X9) -0.528	0.729*	0.539	0.374								
SGOT(AST)	(X10) -0.909**	-0.808*	-0.657*									
SGPT(ALT)	(X11) 0.725	0.682										
T.Bilirubin	(X12) (0.1X+1.5)	(0.3X+3.7)	0.104									
Phosphorus	(X13) 1											

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

A. Phosphatase : Alkaline phosphatase

T. Protein : Total protein

Table 5. Correlation coefficients among various serum components levels of *Oncorhynchus niloticus* in 20‰ salinity. (Regression function)

	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	
Albumin	(X1)	-0.110	-0.730*	0.252	-0.485	0.156	-0.379	-0.139	-0.703*	-0.454	-0.059	-0.087	-0.493
BUN	(X2)		-0.129	0.001	-0.207	0.208	-0.483	0.336	-0.391	0.689*	-0.387	-0.357	0.795*
Calcium	(X3)			0.214	0.016	-0.772*	0.002	-0.531	0.838**	0.272	0.606*	0.084	0.491
Cholesterol	(X4)				-0.931**	-0.691*	-0.129	-0.823**	0.325	-0.472	0.027	0.596	0.219
Glucose	(X5)					0.553	0.411	0.709*	0.022	0.327	-0.001	-0.336	-0.261
Creatinine	(X6)						0.281	0.940**	-0.626*	0.090	-0.677*	-0.206	-0.338
T.Protein	(X7)							0.236	0.501	-0.524	-0.646	0.716*	-0.441
Triglycerides	(X8)								-0.495	0.378	-0.572	-0.349	-0.099
A.Phosphatase	(X9)									-0.189	0.263	0.578	0.174
SGOT(AST)	(X10)										0.190	-0.766*	0.717*
SGPT(ALT)	(X11)											-0.416	0.027
T.Bilirubin	(X12)												-0.213
Phosphorus	(X13)												1

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

A. Phosphatase : Alkaline phosphatase

T. Protein : Total protein

Table 6. Correlation coefficients among various serum components levels of *Oncorhynchus niloticus* in 30‰ salinity. (Regression function)

	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
Albumin	(X1) 0.071	-0.001	0.714*	0.719*	0.389	0.951***	0.073	-0.203	0.316	-0.059	0.958***	0.283
		(57.6X+162.3)			(1.2X+1.2)						(0.47X+0.62)	
BUN	(X2) 0.623*	0.385	-0.327	0.851**	0.124	-0.516	0.076	-0.710*	-0.704*	0.128	-0.751*	
			(1.69X-0.92)									
Calcium	(X3) 0.289	-0.389	0.495	-0.111	0.327	0.435	-0.922**	-0.086	-0.132	-0.518		
Cholesterol	(X4) 0.699*	0.799*	0.531	-0.125	-0.577	-0.143	-0.471	0.573	0.282			
		(7.97X-0.46)										
Glucose	(X5) 0.196	0.564	0.007	-0.739*	0.565	-0.071	0.609*	0.816*				
	(0.06X+24.1)											
Creatinine	(X6) 0.322	-0.484	-0.362	-0.509	-0.792*	0.354	-0.295					
T.Protein	(X7) -0.081	-0.072	0.392	0.059	0.998***	0.095						
		(0.38X+0.16)										
Triglycerides	(X8) 0.467	-0.075	0.836	-0.117	0.304							
		(0.03X+0.57)										
A.Phosphatase	(X9) -0.332	0.597	-0.142	-0.628*								
SGOT(AST)	(X10) 0.322	0.404	0.626									
		(8.97X+22.8)										
SGPT(ALT)	(X11) 0.010	0.232										
T.Bilirubin	(X12) 0.132											
Phosphorus	(X13) 1											

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

A. Phosphatase : Alkaline phosphatase

T. Protein : Total protein

었다.

Table 4는 10%의 鹽分濃度에서 측정된 각 血清成分間의 相關關係를 나타낸 것이다.

10%의 鹽分濃度에서 albumin과 total protein의 相關係數는 陽 (+0.814) 이고, calcium과 glucose에 대한 BUN의 相關係數는 각각 +0.770과 +0.663으로서 모두 陽의 關係를 나타내며, 또한 total protein과는 陽의 關係로서 +0.799를 나타내고 있다. Cholesterol과 triglycerides에 대한 calcium의 相關關係는 각각 -0.851과 -0.702를 나타내고 있다. Glucose와 triglycerides에 대한 cholesterol의 相關關係는 각각 -0.828과 +0.854를 나타내고 있다.

Triglycerides와 phosphorus에 대한 creatinine의 相關係數는 각각 -0.935와 -0.899이고, 中度($P < 0.01$)의 有意性を 나타내었다. Alkaline phosphatase와 SGPT간의 相關關係는 +0.729이며, SGPT, total bilirubin, phosphorus에 대한 SGOT에 대한 相關關係는 모두 陰의 關係로서 그 係數는 각각 -0.909, -0.808, -0.657으로 나타났다. Total bilirubin, phosphorus에 대한 SGPT의 相關關係는 모두 陽의 關係로서 그 係數는 각각 +0.725 과 +0.682로 나타났다.

Table 5는 20%의 鹽分濃度에서 측정된 각 血清成分間의 相關關係를 나타낸 것이다.

20%의 鹽分濃度에서 calcium과 alkaline phosphatase에 대한 albumin의 相關係數는 모두 陰(-0.730 and -0.703) 이고, SGOT와 phosphorus에 대한 BUN의 相關係數는 각각 +0.689과 +0.795으로서 모두 陽의 關係를 나타내며, calcium과 alkaline phosphatase과의 상관관계는 陽의 關係로서 그 係數는 +0.838 이며 中度($P < 0.01$)의 有意性を 나타내고 있다. Glucose와 triglycerides에 대한 cholesterol의 相關關係는 각각 -0.931과 -0.823을 나타내고 있고, 이러한 결과는 앞에서 언급된 10%에서와 유사한 결과를 나타내었으며, glucose와 triglycerides의 相關關係는 +0.709 이었다.

Triglycerides, alkaline phosphatase, SGPT에 대한 creatinine의 相關係數는 각각 +0.940, -0.626, -0.677을 나타내었으며, 특히 creatinine과 triglycerides와의 有意性は 中度($P < 0.01$)의 有意性を 나타내었다. Total protein과 total bilirubin과의

相關關係는 陽의 關係로서 그 係數는 +0.716 이며, SGOT와 phosphorus와의 相關關係는 陽의 關係로서 그 係數는 +0.717을 나타내었다.

Table 6은 30%의 鹽分濃度에서 측정된 각 血清成分間의 相關關係를 나타낸 것이다.

30%의 鹽分濃度에서 cholesterol, glucose, total protein에 대한 albumin의 相關係數는 모두 陽의 關係로서 각각 +0.714, +0.719, +0.951, +0.958 이고, 특히 total protein과 total bilirubin에 대한 albumin의 相關係數는 모두 높은 高度($P < 0.001$)의 有意性を 나타내었다. Calcium, creatinine, SGOT, SGPT에 대한 BUN의 相關係數는 각각 +0.623, +0.851, -0.704로 나타났으며, 또한 BUN과 creatinine은 中度($P < 0.01$)의 有意性を 나타내었다. Calcium과 SGOT와는 陰의 關係로서 -0.922를 나타내고 있다. Glucose와 creatinine에 대한 cholesterol의 相關關係는 각각 +0.699와 +0.799를 나타내고 있다.

Total protein과 total bilirubin간의 相關關係는 +0.998로서 高度($P < 0.001$)의 有意性を 나타내었다. Triglycerides와 SGPT는 +0.836 이고, SGOT와 phosphorus의 相關關係는 陽의 關係로서 그 係數는 +0.626 으로 나타났다. 이러한 결과를 통해서 볼 때 틸라피아는 0%에서 30%로 이주시킨후 최고치인 30%에서도 適應할 수 있다고 사료된다.

3. 바닷물 適應時 血清中 蛋白質의 電氣泳動像의 變化

Fig.1, 2는 각각 淡水와 海水에 적응된 틸라피아 (*Oreochromis niloticus*)로부터 채취된 血液을 gel filtration column chromatography에 의해서 分離精製된 血清蛋白質 및 transferrin의 電氣泳動像을 나타내고 있다.

Fig.3-A와 -B에서 보는 바와 같이, 첫번째 電氣泳動像 band는 海水에 적응된 일부의 다른 band 보다도 훨씬 더 두껍게 나타났다.

이러한 結果는 淡水와 海水에 적응된 틸라피아의 血中 transferrin의 量이 상대적으로 增加된 것으로 思料된다. 다시 말하자면 淡水와 海水에 적응된 개체들 사이에 總鐵이온 結合 能力과 鐵 飽和率에서 상당한 差異를 나타내고 있다고 할 수 있다. 이러한 總鐵이온 結合 能力의 상승은 海水에 적응된 개체의 血清蛋白質

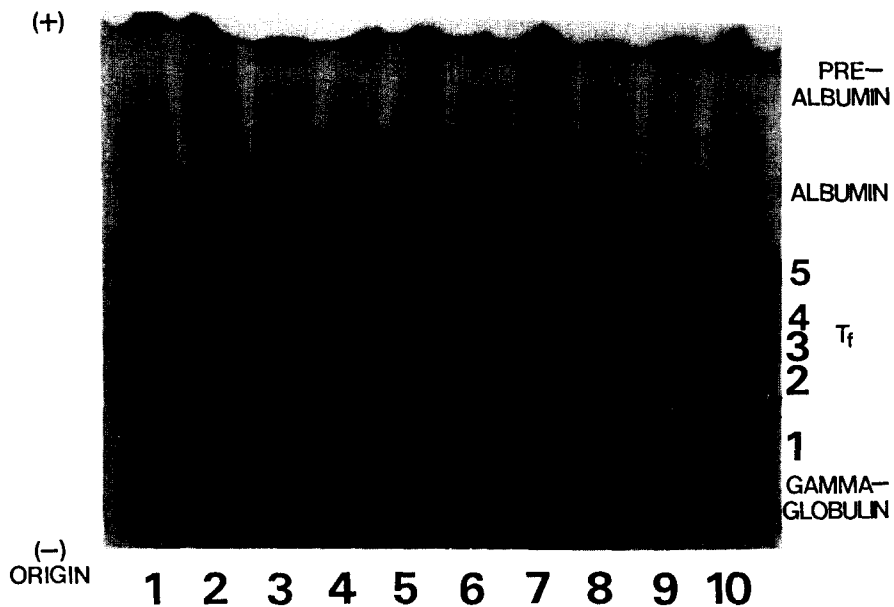


Fig. 1. Polyacrylamide-slab gel electrophoresis of tilapia (*Oreochromis niloticus*) serum phenotypes. Tf : Transferrin. Stained with Coomassie brilliant blue R-250.
1, 3, 5, 7, 9 : Freshwater-adapted Fish, 2, 4, 6, 8, 10 : Seawater-adapted Fish.

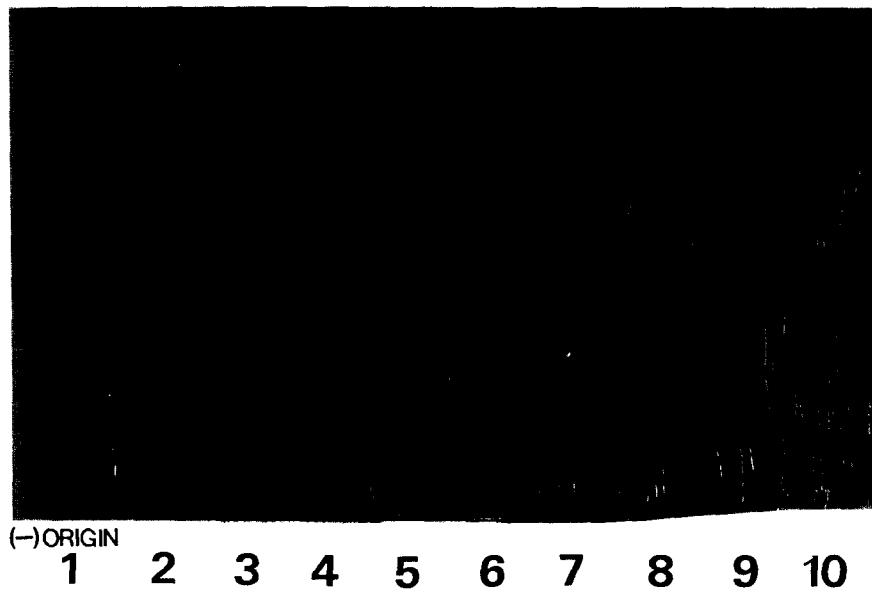


Fig. 2. Polyacrylamide-slab gel electrophoresis of tilapia (*Oreochromis niloticus*) transferrin phenotypes. Samples were prepared by rivanol-precipitation method. Stained with Coomassie brilliant blue R-250.
1, 3, 5, 7, 9 : Freshwater-adapted Fish, 2, 4, 6, 8, 10 : Seawater-adapted Fish.

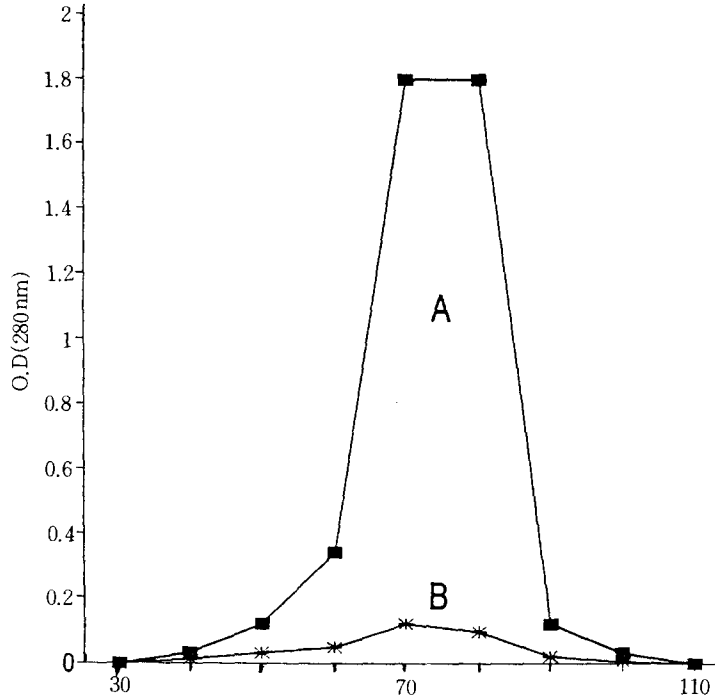


Fig. 3. Diagram by dual-wavelength spectroscanner(at 280 nm) and polyacrylamide-slab gel electrophoresis of seawater-adapted transferrin(A) and freshwater-adapted transferrin(B) fractions of tilapia(*Oreochromis niloticus*).

質의 첫번째 fraction에 존재하는 transferrin의 증가에 寄與하게 된다. 따라서 血清中 鐵 이온의 水準은 鹽分濃度(%)와 밀접한 관계가 있는 것으로 史料된다.

이러한 結果는 飼育中인 *Salmo gairdneri*, *Seriola quinqueradiata*와 *Cyprinus carpio*의 血清內 transferrin의 量과 鐵分의 含量을 調査하였는 데, 總鐵分結合能力(total iron binding capacity)의 上昇은 transferrin의 增加와 아주 密接한 聯關이 있고, 海水適應된 무지개 松魚의 수컷이 암컷보다 血清內 鐵含量 水準이 높게 나타났으며, 淡水에適應된 個體보다 海水에適應된 個體의 水準이 보다 높게 나타났다고 報

告한 Ikeda와 Uematsu(1972)의 結果와 類似한 結果를 나타내었다.

Table 7에 나타난 바와 같이 海水에適應된 틸라피아(*Oreochromis niloticus*)의 transferrin이 電氣泳動像에서 나타나는 發現率은 약 70% ($P < 0.001$)를 나타내었는데, 이러한 수치는 尹(1991)이 보고한 冷水性 魚種인 무지개 송어의 發現率인 약 67.5%와 유사한 結果를 나타내었다.

Table 7. Ratios of manifestation on transferrin following polyacrylamide gel electrophoresis in seawater-adapted *Oreochromis niloticus*.

	No. Fish	Non-manifested	Manifested
Mean	100	30%	70%*

* : Significant difference ($P < 0.001$)

IV. 摘要

1989年 6月30일부터 10月 31일까지 本 實驗室 傘下 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 0%, 10%, 20%, 30%인 鹽分 濃度에서 馴致 適應된 틸라피아 개체의 血清 成分의 含量을 조사하고, 그 혈청 성분간의 相關關係 및 transferrin의 電氣泳動像 變化 그리고 窮極의 海水 馴致時 일어나는 生理學的 變化와 그 機轉(mechanism)을 밝혀내기 위해서 本 研究를 實施하였다.

本 研究에서 얻어진 結果는 다음과 같다.

*Oreochromis niloticus*의 경우 모두 albumin과 total protein의 水準이 각 鹽分濃度에서 變化가 있었으나, 有意性($P < 0.05$)이 없었고, BUN 水準은 有意性($P < 0.05$)이 存在하지 않았다. Calcium 水準은 對照區보다 낮게 나타났고, 10%, 20% 그리고 30%의 水準은 有意성이 存在하지 않았다. Cholesterol 水準은 20%에서 가장 높게 나타났으며, glucose 水準은 漸次的으로 낮아졌다. Alkaline phosphatase의 水準은 30%에서 가장 높게 나타났고, 海水에 馴致된 *Oreochromis niloticus*의 SGOT와 SGPT 酵素의 水準은 淡水에 棲息하는 個體의 酵素 水準보다 모두 높게 나타났으며, phosphorus 水準은 각 鹽分濃度에서 有意性($P < 0.05$)있게 變하였다.

*Oreochromis niloticus*의 경우 0%의 個體에서 採取된 血清中 albumin과 glucose와의 相關係數는 +0.924로서 陽의 相關關係를 나타내었고, 0%에서 血清中 SGOT와 SGPT의 相關係數는 +0.917로서 陽의 相關關係이었다.

海水에 馴致 適應된 틸라피아(*Oreochromis niloticus*)의 transferrin은 모두 5개의 fraction을 가지고 있으며, 나머지 4가지의 fraction은 淡水에 適應된 다른 個體와 그 密度가 비슷하나, 첫번째 fraction은 淡水에 適應된 個體의 첫번째 fraction 두께보다 훨씬 두껍게 나타났고, 淡水에 適應된 個體의 一部에서는 이러한 첫번째 fraction이 거의 確認되지 않은 경우도 確認되었다. 이러한 結果는 海水에 適應된 틸라피아의 transferrin의 量이 相對的으로 增加된 것으로 思料된

다. 따라서 血清中 鐵成分의 水準은 鹽分濃度와 密接한 關係가 있는 것으로 思料된다.

V. 引用文獻

1. Fletcher, J. and E.R. Huehns. 1968. Function of transferrin. Nature 218, 1211-1214.
2. Folmar, L. C. and W. W. Dickhoff. 1980. The parr-smolt transformation(smoltification) and seawater adaptation in salmonids. Aquaculture 21, 1-37.
3. Hershberger, W. K. and G. A. Pratschner. 1981. Iron-binding capacities of six transferrin phenotypes of coho salmon and potential fish health applications. Prog. Fish Cult., 43, 27-31.
4. Iketa, Y., H. Ozaki, and K. Uematsu. 1972. Serum iron level and total iron binding capacity in culture fish. J. Tokyo. Univ. Fish. 59(1), 43-53.
5. 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.
6. Kim, P.S., 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.
7. 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.
8. Kojima, H. and T. Izumi. 1985. Changes in hyposmoregulatory 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 affect-

- ing 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. Patras, B. and W.H. Stone. 1961. Partial purification of cattle serum transferrin using rivanol. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 107, 861-864.
 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. Richman III, N.H., S. Tai De Diaz, R.S. Nishioka, P. Prunet and H.A. Bern. 1987. Osmoregulatory and endocrine relationships with chloride cell morphology and density during smoltification in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture 60, 265-285.
 15. Tsuyuki, H., E. Roberts, and W.E. Van stone. 1965. Comparative zone electrophoregrams of muscle myogens and blood hemoglobins of marine and freshwater vertebrates and their application to biochemical systematics. J. Fish. Res. Bd. Can., 22(1), 203-213.
 16. 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.
 17. Weber, K. and M. Osborn. 1969. The reliability of molecular weight determinations by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis. J. Biol. Chem. 244, 4406-4412.
 18. 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.
 19. 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.