

## 무지개송어의 遺傳 育種學的 研究

II. 무지개송어의 卵巢 發達에 影響을 미치는 血清中 LH, FSH, Estradiol-17 $\beta$  水準과 Albumin, Total Protein, Triglycerides 含量과의 關係 및 性腺指數 變化間의 相關關係

尹鍾萬 · 金桂雄 · 朴弘陽

建國大學校 畜產學科

## Studies on Genetics and Breeding of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

II. Relationships between Levels of Serum LH, FSH and Estradiol-17 $\beta$  ; and Levels of Albumin, Total Protein, and Triglycerides ; and their Effect on the Changes of Gonadosomatic Indices in the Ovarian Development in the Rainbow Trout

Jong-Man YOON, Gye-Yoong KIM and Hong-Yang PARK

Animal Science, Kon-Kuk University, Seoul 133-701, Korea

### ABSTRACT

This study was undertaken to understand the seasonal changes of hormone levels such as luteinizing hormone (LH), follicle stimulating hormone (FSH) and estradiol-17 $\beta$ , serum components such as albumin, total protein and triglycerides, and GSI of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under the normal-light circumstances.

LH levels were the highest in November whereas FSH levels were decreased progressively from October to February. Serum GTH, such as LH and FSH, levels were low immediately after egg-stripping and were significantly increased in the summer in association with the initiation of vitellogenesis.

Serum albumin, total protein, and triglycerides were significantly increased in August in association with initiation of vitellogenesis and were peak in November prior to egg-stripping.

Oocyte growth, measured by oocyte diameter and GSI, was significantly increased in August and showed the highest value in January.

Correlation coefficients of serum LH with FSH and estradiol-17 $\beta$  were +0.844 and +0.947, respectively. Correlation coefficients of estradiol-17 $\beta$  with albumin and total protein were +0.634 and +0.859, respectively. Correlation coefficients of serum estradiol-17 $\beta$  with triglycerides and GSI were +0.673 and +0.694, respectively.

Probably by positive feedback mechanism, LH, FSH and estradiol-17 $\beta$  appeared to stimulate to liver to secrete albumin, total protein and triglycerides for vitellogenesis.

## 緒 論

지금까지 一般家畜의 경우 外國이나 國內에서 各種 호르몬 水準의 特性에 關한 研究가 많이 實行되어 왔으나, 물고기의 호르몬에 關한 研究는 外國의 경우 Ueda와 Hirashima(1979), Yamacuchi等(1984)이 masu salmon (*Oncorhynchus masou*), St aard-Kregor等(1981)과 Hunt等(1982)이 Atlantic salmon (*Salmo salar L.*), Crim等(1973)이 pink salmon, Hirose等(1982)이 은연어(*Plecoglossu altivelis*)에 대하여 放射性免疫 測定法(RIA, radio immunoassay)방법에 의한 血漿內 性腺 刺戟 호르몬과 性腺 호르몬의 量을 測定하였으며, 性成熟時 그와 關聯된 性腺을 調査하였다. 그러나 國內에서는 아직까지 魚類의 性成熟에 關與되는 各種 血清內 호르몬 濃度를 測定 研究한 報告가 없는 實情이다.

따라서 本 研究에서는 호르몬 定量이 지금까지 행해져 왔던 放腺性 免疫 分析法보다 더욱 效果의인 非放腺性 免疫 分析法의 一種인 化學發光 免疫 分析法(Chemiluminescence immunoassay, CIA)에 基礎를 둔 enhanced luminescence immunometric assay(ELIA)를 利用하여 무지개 松魚 암컷의 血清內 性腺刺戟호르몬인 LH, FSH와 性腺호르몬인 estradiol-17 $\beta$  濃度를 測定하였고, 正常的인 光週期 狀態에서 性成熟期間中 血清內 albumin, total protein, triglycerides의 變化, 그리고 性腺指數(GSI, Gonadosomatic index)의 變化間의 相互關係를 究明하고자 하였으며, 장차 무지개 松魚의 繁殖效率 改善에 必要한 遺傳 育種學的 基礎資料를 얻고자 遂行하였다.

## 材料 및 方法

## 1. 實驗魚 및 飼養管理

1989年 3月부터 1990年 2月까지 建國大學校 畜產大學 附設 養魚場에서 飼育中인 體重 700~1,000g인 한腹새끼인 무지개 松魚 암컷 100마리를 供試魚로 利用하였으며, 사육조건은 수온이 14~16℃이고, 용존산소량이 7.6 $\pm$ 0.3ppm, PH 6.8 $\pm$ 0.2인 정상적인 광주기를 받는 1개의 10m<sup>3</sup>인 탱크에서 N.R.C.(National Research Council)사양표준에 준한 펠렛 배합사료를 급여하였다.

## 2. 血液 採取 및 血清 分離 方法

각 탱크에서 飼育中인 무지개 松魚를 한달에 한번씩 月初에 잡아서 젖은 수건으로 살아있는 무지개 松魚의 眼球를 덮어 쇠운다음 18G 注射針으로 caudal vein 및 artery로부터 血液을 採取한 다음 centrifuge(Kubota K/R 600 Cor., Japan)을 이용하여 3,000rpm으로 20分동안 遠心分離한후 血清을 分離 採取하였다.

## 3. Enhanced Luminescence Immunometric Assay

分離시킨 血清을 즉시 Fig. 1과 Fig. 2와 같은 定量 原理에 의해서 Amerlite Kit(Amersham Co. U.K.) 및 Amerlite analyser를 利用하였고, Fig. 3는 LH, FSH, estradiol-17 $\beta$ 의 calibration curve로서 이를 基準으로 하여 血清中 LH, FSH, estradiol-17 $\beta$  濃度를 測定하였다.

## 4. 血清 成分의 分析 方法

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, total protein, triglycerides 등의 血清 成分을 調査하였다.

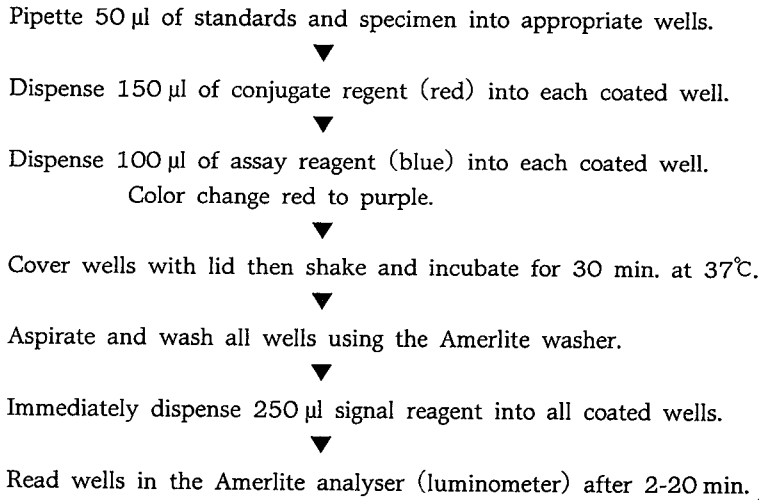


Fig. 1. Assay protocol of LH, FSH and estradiol-17 $\beta$  by Amerlite analyser.

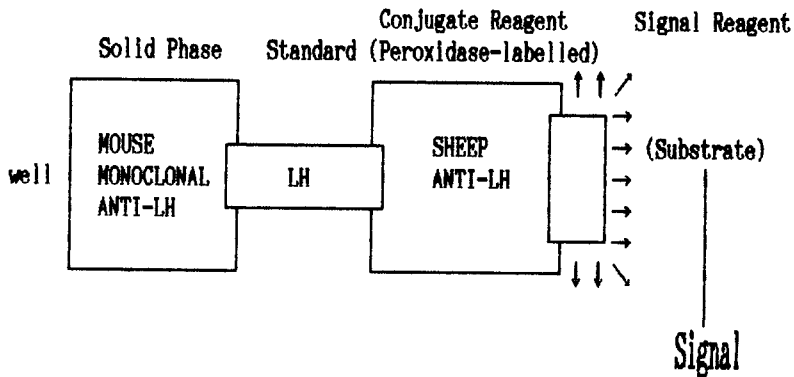


Fig. 2. Schematic representation of LH, FSH, and estradiol-17 $\beta$  assay.

Raw data % top intensity

	1	2	4	8	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.02075	0.02213	0.11636	3.32598	3.67028	3.49550	10.4414	12.4432	32.4722	54.1918	47.8165	10.1131
B	1.52471	7.7794	23.250	11.1215	11.8344	4.1924	7.18644	8.45520	23.1485	0.01521	0.01452	0.01363

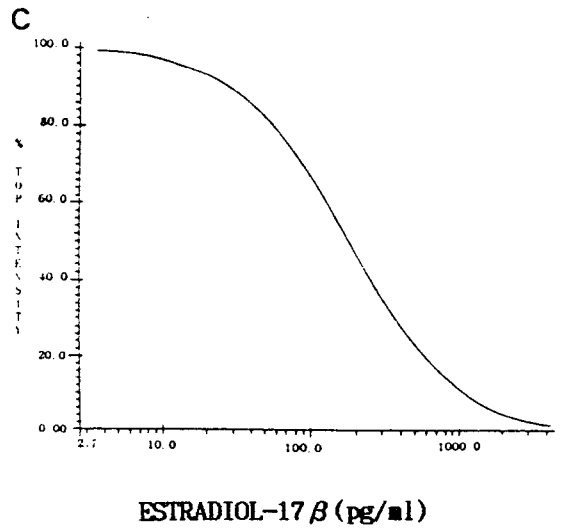
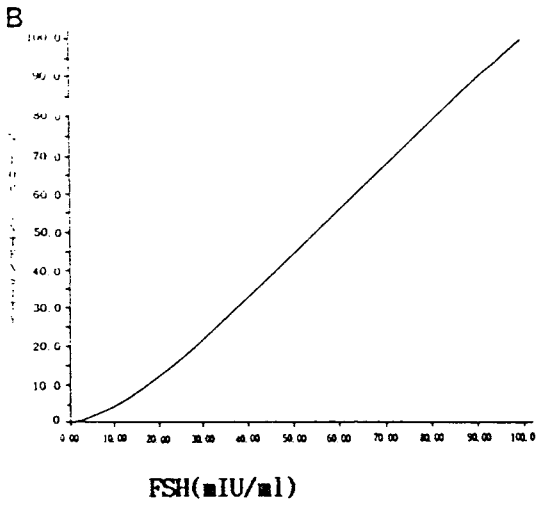
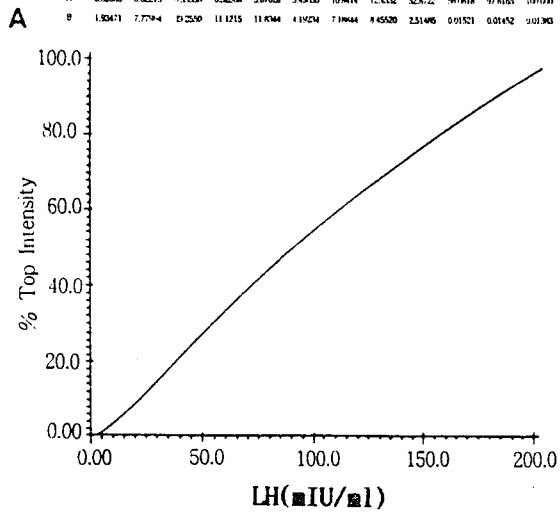


Fig. 3. Typical calibration curves of LH(A), FSH(B) and estradiol-17β(C).

### 5. 卵母細胞의 直徑 測定

각 탱크에서 飼育中인 무지개 松魚를 한달에 한번씩 月初에 잡아서 卵巢를 摘出하여 Picric acid 75%, Formalin 25% 및 Acetic acid 5% 溶液으로 製造한 Bouin's fluid 固定液으로 固定시킨다음 여러 濃度의 ethanol 溶液으로 脫水 處理한 다음 soft 및 hard paraffin으로 봉매(embedding)시킨 후 microtome(Reichert-Jung, U.S.A.)으로 자른다음 haematoxylin-eosin 染色後 鏡檢하여 chromatin condensation의 정도, 크기와 染色 特徵(acidophilic, basophilic), 核仁의 數, germinal vesicle(GV=nucleus)의 位置(GVBD : germinal vesicle breakdown) 그리고 細胞質과 卵母細胞의 形態 및 直徑에 따라 卵母細胞의 發達 段階를 分類 決定하였고, 卵巢의 oogenesis의 각 段階는 卵母細胞의 細胞學의 特徵을 基礎로 하여 6段階로 區分시켰으며, 그 名稱에 使用되는 用語는 Howell(1983)이 使用했던 用語를 利用하였다. 또한 季節에 따른 GSI<性成熟指數, gonadosomatic index, gonad weight(g) X 100/body weight (g)>의 變化 및 GSI와 호르몬간의 相關關係를 調査하였다.

### 6. 統計 處理

모든 結果 處理를 SPSS 컴퓨터 프로그램을 利用하여 平均値로 나타내었으며, Pearson 方法에 의해서 각 호르몬間과 血清成分間 및 GSI間的 相關關係를 調査하였다.

## 結果 및 考察

血液을 採取하여 分離된 血清을 가지고 月別의 血清中 LH, FSH, estradiol-17 $\beta$ 과 血清中 albumin, total protein, triglycerides 水準 그리고 GSI의 變化에 對하여 正常的인 光週期의 條件에서 얻어진 結果는 다음과 같다.

### 1. 月別에 따른 血清中 호르몬 濃度 變化

#### 1) 血清中 LH 濃度 變化

Fig. 4는 normal light 狀態의 LH 水準으로서 正常的인 光週期の 10月과 産卵時期인 11月, 12月

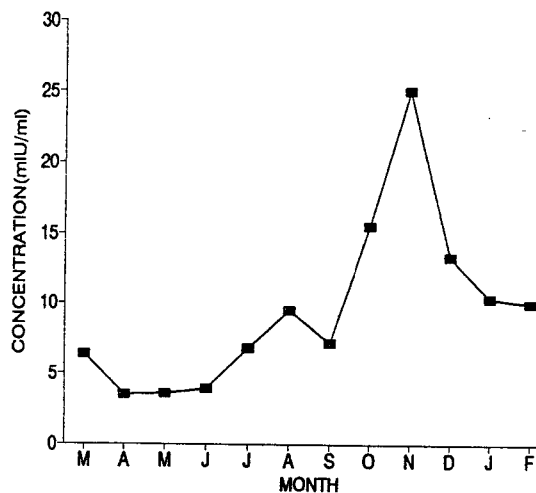


Fig. 4. Serum LH levels of female rainbow trout under the normal light condition

그 이듬해인 1월, 2월까지의 LH의變化는 각각 15.54, 25.04, 13.36, 10.32, 9.94mIU/ml로서 産卵時期 初期인 11월에 LH 水準이 가장 높게 나타났고, 12월과 1월은 서서히 下降하는 狀態를 나타내었으며, 이러한 趨勢는 6월까지 繼續적으로 이어졌다. 이는 Breton 等(1972)이 RIA 方法으로 *Carassius auratus* 血漿內 性腺刺戟호르몬이 排卵時 높은 數値를 나타내었는데, 이는 붕어가 溫水性 魚類이긴 하지만 모두 産卵直前이라는 단계에서 볼 때 一致하는 結果를 나타내었으며, 암컷의 경우 排卵後 24시간동안 높게 維持되었으며, 7월경 午前 11시에 最大 數値를 나타내었다고 하였고, Crim 等(1973)은 pink salmon의 血漿內 호르몬 濃度를 測定하는데 있어서 radioimmunoassay의 可能性을 摸索하였으며, 性成熟 時期에 血漿內 性腺刺戟호르몬 濃度의 比率이 높게 나타났다고 하였고, Crim 等(1975)은 RIA 方法으로 *Oncorhynchus nerka*, *Salmo salar*, *Salvelinus fontinalis*, *Salmo trutta*와 같은 연어科의 年中 分泌되는 호르몬의 濃度를 調査하였는데, gametogenesis 初期 段階에서 性腺刺戟호르몬 濃度가 낮게 나타났고, 암컷의 경우 vitellogenesis에 이르렀을 때 性腺刺戟호르몬 濃度가 繼續적으로 높게 나타나다가 排卵時期에 접근할수록 雌雄 個體의 性腺刺戟호르몬의 數値가 가장 높게 나타났다고 報告한 結果와 一致하는 趨勢를 보였다. LH surge를 나타내는 11월경에 hand stripping한 結果 外形의 觀察을 통해서 볼 때 完全한 成熟 段階 直前으로서 짙은 노란색을 띠고 있었으며, 人工授精時 受精이 이루어지지 않았으나, 11월의 LH 水準보다 ½정도 떨어지는 그 다음달인 12월경에 hand stripping을 實施한 結果 受精이 이루어졌다. Fig. 5는 LH와 FSH와의 相關關係를 나타낸 것으로서

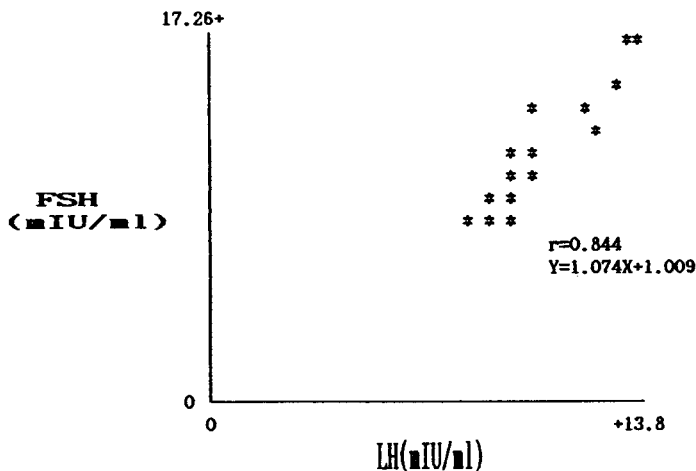


Fig. 5. Relationship between LH and FSH in female rainbow trout.

陽의 相關關係로서 그 값은 +0.844이며 高度의 有意性이 認定되었고( $P < 0.001$ ), Fig. 6은 LH와 estradiol-17 $\beta$ 와의 相關關係를 나타낸 것으로서 陽의 相關關係로서 相關關係의 값은 +0.947로서 高度의 有意性이 認定되었다( $P < 0.001$ ).

## 2) 血清中 FSH 濃度 變化

Fig. 7은 normal light 狀態의 3월부터 그 이듬해 2월까지의 FSH의 水準으로서 産卵時期 直前인 10월, 11월, 12월, 그 이듬해인 1월, 2월의 水準은 각각 100以上, 100以上, 15.26, 12.58, 11.28 mIU/ml로서 LH 水準과 마찬가지로 11월경에 FSH 水準도 peak를 나타내다가 서서히 下降하여 6

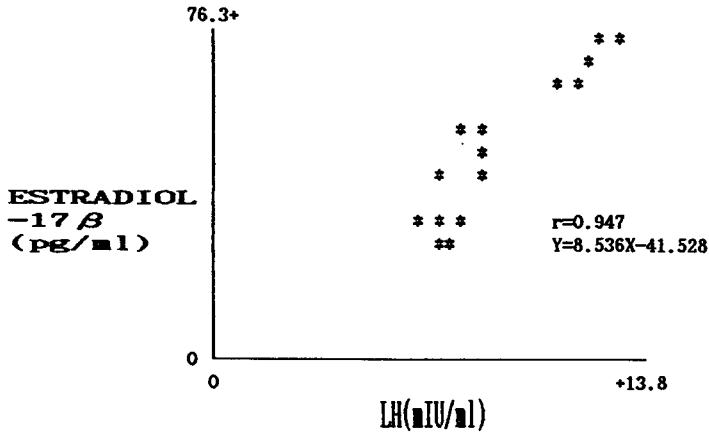


Fig. 6. Relationship between LH and estradiol-17 $\beta$  in female rainbow trout.

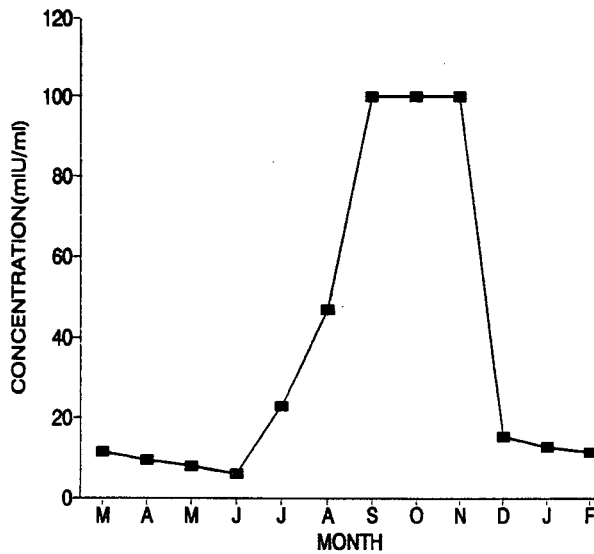


Fig. 7. Serum FSH levels of female rainbow trout under the normal light condition.

월까지 계속되는 趨勢를 나타내었다. 암컷의 경우 vitellogenesis에 이르렀을 때 性腺刺戟호르몬 濃도가 繼續적으로 높게 나타났고, 排卵時期에 접근할수록 雌雄 個體의 性腺刺戟호르몬의 數値가 가장 높게 나타났다고 報告한 Crim(1975)의 結果와 상당히 一致하는 結果를 나타내었으며, FSH와 estradiol-17 $\beta$ 와의 相關係數는 正의 關係로서 +0.894를 나타내었다.

### 3) 血清中 estradiol-17 $\beta$ 의 濃度 變化

Fig. 8은 normal light 狀態의 3월부터 그 이듬해 2월까지의 estradiol-17 $\beta$ 의 水準으로서 10月과 產卵時期인 11月, 12月, 그 이듬해인 1月, 2월까지 호르몬 水準은 각각 192.66, 136.50, 72.70,

50.64, 39.06pg/ml로서 産卵前인 9월에 가장 높은 水準을 나타내었고, 漸次的으로 낮은 傾向을 나타내다가 7月경부터 다시 增加하는 趨勢를 나타내었다. RIA 方法을 利用하여 무지개 松魚의 年中 血漿內 estradiol-17 $\beta$  水準이 previtellogenesis時 estradiol-17 $\beta$ 의 量이 낮게 나타났고, 11月경 vitellogenesis 末에 最大 數値를 나타내었다고 報告한 Lambert 等(1978)의 結果와 比較해 볼 때 1個月의 差異는 있었으나 거의 一致하였으며, RIA의 方法을 利用하여 *Salmo salar* *Oncorhynchus kisutch* *Oncorhynchus mykiss* 血清內 호르몬 濃度를 測定한 結果, 性成熟 및 排卵時 急激하게 增加하다가 排卵後 卵子가 外部로 放出된 後에는 2~3週 以內에 急激하게 다시 減少하였다고 報告한 Wright와 Hunt (1982)의 結果와 유사한 趨勢를 나타내었다.

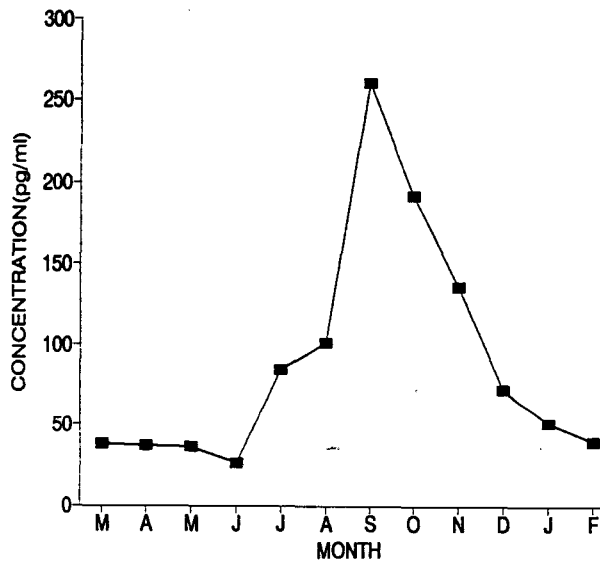


Fig. 8. Serum estradiol-17 $\beta$  levels of female rainbow trout under the normal light condition.

## 2. 月別에 따른 血清成分의 變化

Fig. 9는 Albumin의 年中變化로서 11월에 2.756g/dl의 含量으로 有意하게(P<0.05) 最高 水準에 到達하였으며 다시 12月과 1月の 경우는 각각 2.360g/dl과 2.139g/dl 水準으로 약간 減少된 10月 및 11月の 含量値와 거의 類似하였으며, 그 이듬해인 8月부터 다시 增加하는 趨勢를 나타내었다. 이는 이 時期가 난황형성 초기 단계로서 난모세포를 형성하는데 요구되는 단백질량이 서서히 증가하기 때문인 것으로 사료된다. 이와같이 11月の 平均 albumin 水準이 높은 것은 이 時期에 卵巢內의 卵黃形成(vitellogenesis)이 가장 活潑하게 進行되어 마무리 단계이기 때문인 것으로 사료된다.

Fig. 10은 Total protein의 變化로서 産卵時期인 12月の 含量이 6.032g/dl으로 有意한(P<0.05) 最高 水準을 보였고, 1月은 11月の 含量과 類似하다가 2月の 含量은 다시 약간 減少된 3.318g/dl 水準을 維持하였으며, 減少 趨勢를 나타내다가 8月부터 다시 增加하였다. 이와같이 非産卵時期보다 産卵時期에 總蛋白質量이 增加하는 것은 卵黃形成 및 性成熟時 蛋白質量이 많이 要求되기 때문인 것으로 思料된다.



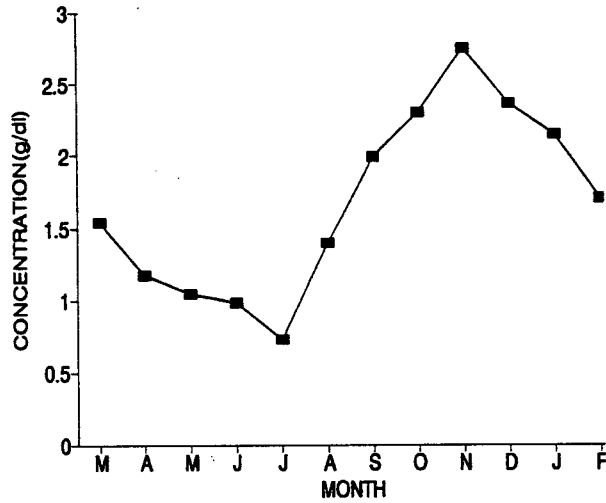


Fig. 9. Serum albumin levels of female rainbow trout under the normal light condition.

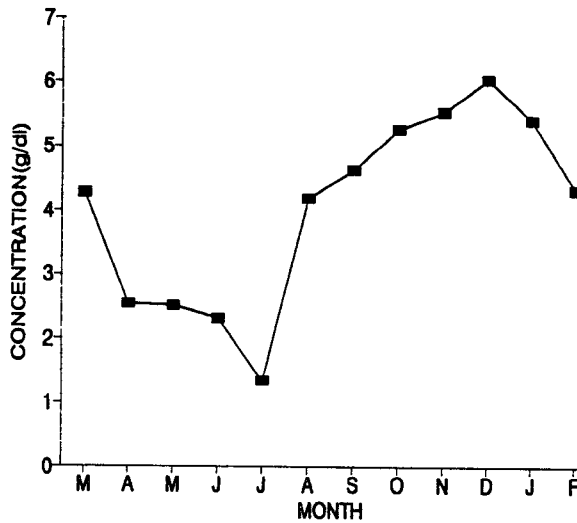


Fig. 10. Total serum protein levels of female rainbow trout under the normal light condition.

Fig. 11은 Triglycerides 含量的 變化로서 10月, 11月, 12月, 1月 및 2月の 含量은 다소 낮은 一定한 傾向없이 變化하였으나, vitellogenesis 초기段階인 8月에 가장 높은 水準을 나타내었다. ayu(*Plecoglossus altivelis*)의 性成熟과 關聯된 血漿內 蛋白質 및 호르몬의 變化를 觀察하였는데, 性成熟 암컷에서 血漿內 calcium의 濃度는 다른 時期의 個體보다 높게 나타났으며, 이러한 結果는 estrogen의 影響에 의해서 vitellogenesis가 進行되는 過程에서 이루어지는 것으로 報告한 Aida 등(1973)의 結果와 一致하였으며, Pickering(1976)은 lamprey(*Lampetra fluviatilis* L.)가 産卵期에 가까울수록 암컷은 숫

컷보다 血清內 calcium의 수치가 높게 나타나며 이러한 현상은 간으로부터 난소로 calcium이 豊富한 卵黃前驅物質을 基因하는 것으로 思料되며, estradiol-17 $\beta$ 가 血清內 水準이 높을수록 calcium 및 phosphorus의 量이 增加하였다고 하였다.

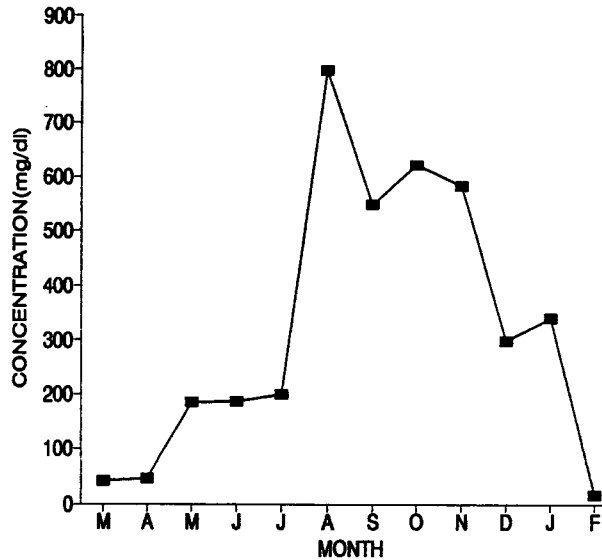


Fig. 11. Serum triglycerides levels of female rainbow trout under the normal light condition.

### 3. 月別에 따른 GSI 및 卵母細胞의 直徑의 變化

正常的인 光週期를 받고 있는 個體의 경우 3월부터 產卵時期인 그 이듬해 인 2월까지의 GSI의 變化는 Fig. 12에서 나타났으며 10월부터 그 이듬해 2월까지의 수준변화는 각각 1.783%, 11.068%, 14.164%, 14.616%, 7.567%로서 產卵時期의 水準은 急激한 增加 趨勢를 보여주다가 產卵時期인 1월에 14.616%로서 最高值의 變化를 보였고, 2월에 接近할수록 그 水準은 서서히 減少하여서 過熟段階부터 vitellogenesis 初期段階인 9월까지 상당히 낮은 水準을 나타내었는데, 이러한 結果는 lamprey (*Lampetra fluviatilis* L.)의 경우 estradiol-17 $\beta$ 의 水準이 높을수록 卵巢의 무게(GSI)가 有意性 있게 增加되었고, 肝의 肥大를 誘發시켰으며, 卵黃形成(vitellogenesis)에 關與한다고 報告한 pickering (1976)의 結果와 거의 一致하였다. Table 1은 GSI와 LH, FSH 및 estradiol-17 $\beta$ 間的 相關係數로서 각각 0.506(P<0.05), 0.586(P<0.01), 0.694(P<0.01)으로 比較的 높은 有意한 正(+)의 相關關係가 存在하였다.

또한 3월부터 그 이듬해 2월까지의 卵母細胞의 길이는 Fig. 13에 나타난 바와 같이 GSI의 變化와 유사한 變化이나 人工產卵을 實施하지 않고 過成熟 段階까지 갔을 경우에 卵子의 길이가 변하지 않는 것은 卵子속에 들어있는 内容物이 吸收내지 退化되어서 무게의 變化는 있으나 길이의 變化가 없다는 것을 나타내고 있는 것으로 思料된다.

### 4. 產卵期中 호르몬 水準과 血清 成分과의 關係

產卵期間에 測定된 호르몬 濃도와 血清 成分과의 相關關係는 Table 2에 나타난 바와 같다.

血清中 LH 濃도와 albumin( $r=0.424$ ), total protein( $r=0.688$ ) 및 triglycerides( $r=0.477$ ) 間에는

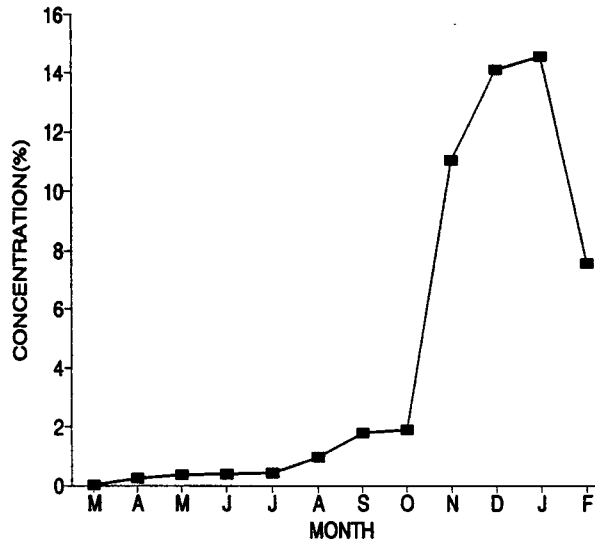


Fig. 12. GSI ratio of female rainbow trout under the normal light condition.

Table 1. Correlation coefficients between GSI and hormone concentration during the spawning period of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

	LH	FSH	ESTRADIOL-17 $\beta$
r =	0.506*	0.586*	0.694*

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

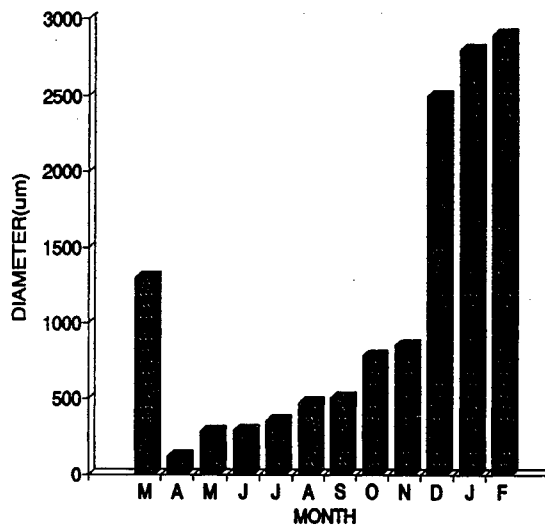


Fig. 13. Oocyte diameter of female rainbow trout under the normal light condition.

Table 2. Correlation between serum hormone concentration and serum components levels during the spawning period of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

	LH	FSH	ESTRADIOL-17β
ALBUMIN	0.424*	0.505*	0.634*
TOTAL PROTEIN	0.688**	0.709**	0.859***
TRIGLYCERIDES	0.477*	0.549*	0.673*

\* : P&lt;0.05, \*\* : P&lt;0.01, \*\*\* : P&lt;0.001

有意한 正(+)의 相關關係가 存在하였다. FSH 농도와 albumin( $r=0.505$ ), total protein( $r=0.709$ ) 및 triglyceride( $r=0.549$ )와는 正(+)의 有意相關이 있었다.

Estradiol-17β 濃도와 albumin( $r=0.634$ ), total protein( $r=0.859$ ) 및 triglycerides( $r=0.673$ ) 間에는 正(+)의 相關關係가 있었고, Pickering(1976)이 estradiol-17β가 血清內 水準이 높을수록 calcium 및 phosphorus의 量이 增加하였다고 報告한 結果와는 直接的인 關係는 없으나 一般的으로 卵黃形成時期(vitellogenesis)에 이러한 蛋白質 含量이 增加하는 것으로 思料된다.

ayu(*Plecoglossus altivelis*)의 性成熟과 關聯된 性成熟時 암컷에서 血漿內 蛋白質의 含量은 다른 時期의 個體보다 높게 나타났고, 이러한 結果는 estrogen의 影響에 의해서 vitellogenesis가 進行되는 過程에서 이루어지는 것으로 報告한 Aida 等(1973)의 結果와 一致하였다.

따라서 本 研究의 結果로 보아 卵黃形成後 產卵時의 무재개 松魚의 血清中 LH, FSH 및 estradiol-17β 分泌濃도가 血清中 albumin, total protein 및 triglycerides 含量變化에 影響을 미침을 알 수 있었다.

## 要 約

1989年 3月부터 1990年 2月까지 正常的인 光週期 狀態에서 한달에 한번씩 採取된 무지개 松魚 암컷의 血清中 LH, FSH, estradiol-17β 濃度, albumin, globulin, triglycerides의 變化 그리고 GSI의 變化를 調査하였고, 각 호르몬과 血清成分 그리고 GSI間의 相關關係를 알기 위하여 本 研究를 實施하였다.

本 研究에서 얻어진 結果는 다음과 같이 나타났다.

1. 血清中 LH 水準은 11월에 가장 높게 나타났다.
2. 10월부터 그 이듬해 2월까지 血清 LH 水準은 漸次的으로 낮아지는 傾向을 나타내었다.
3. LH 및 FSH와 같은 GTH의 水準은 人工產卵直後 낮게 나타났고, 卵黃形成(vitellogenesis)이 開始되는 늦여름부터 有意하게 增加하였다.
4. 血清中 FSH 水準은 LH와 estradiol-17β에 대해서 高度의 有意性(P<0.001)을 나타내었다.
5. 血清中 LH는 estradiol-17β에 대해서 高度의 有意性(P<0.001)을 나타내었다.
6. negative feedback mechanism에 의해서 2월에 estradiol-17β의 수준이 減少하였다.
7. 血清中 albumin과 total protein의 含量은 卵黃形成이 開始되는 8월에 有意性있게 增加하다가 產卵直前인 11월에 가장 높은 水準을 나타내었다.
8. 血清中 triglycerides 含量은 8월에 有意하게 增加하였고, 1월에 最高 水準을 나타내었다.
9. 卵直徑 및 GSI의 크기로 나타나는 卵母細胞의 成長은 8월에 有意性있게 增加하다가 產卵時期인 1월에 最高 水準을 나타내었다.

10. 血清中 LH와 FSH와의 相關係數는 +0.844이다.
11. 血清中 LH와 estradiol-17 $\beta$ 와의 相關係數는 +0.947이다.
12. 血清中 FSH와 estradiol-17 $\beta$ 와의 相關係數는 +0.894이다.
13. 血清中 estradiol-17 $\beta$ 와 albumin과의 相關係數는 +0.634이다.
14. 血清中 estradiol-17 $\beta$ 와 total protein의 相關係數는 +0.947이다.
15. 血清中 LH와 GSI와의 相關係數는 +0.506이다.
16. 血清中 FSH와 estradiol-17 $\beta$ 와의 相關係數는 +0.586이다.
17. 血清中 estradiol-17 $\beta$ 와 GSI와의 相關係數는 +0.694이다.
18. 血清中 LH와 total protein과의 相關係數는 +0.947이다.
19. 血清中 FSH와 total protein과의 相關係數는 +0.709이다.
20. 血清中 FSH와 triglycerides와의 相關係數는 +0.549이다.
21. 血清中 estradiol-17 $\beta$ 와 triglycerides와의 相關係數는 +0.673이다.
22. positive feedback mechanism에 의해서 LH, FSH와 estradiol-17 $\beta$ 는 肝을 刺戟시켜 albumin, total protein 및 triglycerides를 分泌시킴으로서 卵黃形成(vitellogenesis)에 關與하는 것으로 나타났다.

### 參 考 文 獻

- Aida, K., K. Sakai, M. Nomura, S. W. Lou, I. Hanyu, M. Tamakea, and H. Ohto, 1984, Reproductive acivity of a twice-annually spawning strain of rainbow trout, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish* 50(7), 1165-1172.
- Bromage, N. R., C. Whitehead, and B. Breton, 1982, Relationships between serum levels of gonadotropin, oestradiol-17 $\beta$ , and vitellogenin in the control of ovarian development in the rainbow trout, *Gen. Comp. Endocri*, 47, 366-376.
- Buss, K., 1980, Photoperiod control for brood trout. Manipulating the spawning season to meet production requirements, *Aquaculture Magazine Jan-Feb.* No. 235, p45-48.
- Crim, L. W., Meyer, R. K. and Donaldson, E. M., 1973, Radioimmunoassay estimates of plasma gonadotrophin levels in the spawning pink salmon, *Gen. Comp. Endocrinol.* 20, 69-76.
- Crim, L. W., Watts, E. G. and Evans, D. M., 1975, The plasma gonadotropin profile during sexual maturation in a variety of salmon fishes, *Gen. Comp. Endocrinol.* 27, 62-70.
- Crim, L. W. and Evens, D. M., 1978, Seasonal levels of pituitary and plasma gonadotropin in male and female Atlantic salmon parr, *Can. J. Zool.* 56, 1550-1555.
- Crim, L. W. and Idler, D. R., 1978, Plasma gonadotropin, estradiol-17 $\beta$ , and vitellogenin and gonad phosvitin levels in relation to the seasonal reproductive cycles of female brown trout, *Ann. Biol. anim Biophys.*, 18(4), 1001-1005.
- Crim, L. W., 1982, Environmental modulation of annual and daily rhythms associated with reproduction in teleost fishes, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39, 17-21.
- Donaldson, E. M., Yamazaki, F., Dye, H. M. and Philleo, W. W., 1972, Preparation of gonadotropin from salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) (pituitary glands, *Gen. Comp. Endocrinol.* 18, 468-481.

- Hirose, K. and Wakabayashi, K., 1978, A radioimmunoassay for blood and pituitary extract gonadotropin in salmonid fishes, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 44, 319-323.
- Hirose, K., Nagahama, Y., Adachi, S. and Wakabayashi, K., 1983, Changes in serum concentrations of gonadotropin,  $17\alpha$ -hydroxyprogesterone and  $17\alpha$ ,  $20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one during synthetic LH-RH-induced final oocyte maturation and in the ayu, *Plecoglossus altivelis*, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 49(8), 1165-1169.
- International Agricultural Centre(IAC), 1982(Aug. 2), International symposium on reproductive physiology of fish.
- 김종배, 이경찬, 정길생, 1988, 血漿內 testosterone 定量을 위한 化學發光 免疫 分析法 개발, 建國大學校 畜産科學 研究所 論文集 13, 7-14.
- 金桂雄, 尹鍾萬, 朴弘陽, 1990, 무지개 松魚의 遺傳育種學的 研究. I. 性成熟段階의 호르몬 濃度에 關한 研究, 韓國畜産學會誌, 印刷中.
- Lam, T. J., 1982, Applications of endocrinology to fish culture, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39, 111-137.
- Lambert, J. G. D., G. I. C. G. M. Bosman, R. Van Den Hurk, P. G. W. J. Van Oordt, 1978, Annual cycle of plasma oestradiol- $17\beta$  in the female trout, *Salmo gairdneri*, *Ann. Biol. anim. Biophys.* 18(4), 923-927.
- 李在賢, 尹鍾萬, 朴弘陽, 1989, 2~5月 사이의 이스라엘 잉어(*Cyprinus carpio*) 卵母細胞의 組織學的 變化 및 호르몬 水準의 變化, 韓國養殖學會誌, 2(1), 21-32.
- 李根常, 1983, 韓牛와 사톨레 交雜種 未經産牛의 體成長과 血中호르몬 水準變化에 關한 研究. 中央大學校 博士學位論文集.
- Pickering, A. D., 1976, Effects of gonadectomy, oestradiol and testosterone on the migrating river lamprey, *Lampetra fluviatilis* (L), *Gen. Comp. Endocrinol.* 28, 473-480.
- Rothbard, S., B. Moav, and Z. Yaron, 1987, Changes in steroid concentrations during sexual ontogenesis in tilapia, *Aquaculture*, 61, 59-74.
- Stuart-Kregor, P. A. C., Sumpter, J. P. and Dodd, J. M., 1981, The involvement of gonadotropin and sex steroids in the control of reproduction in the parr and adults of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., *J. Fish. Biol.* 18, 59-72.
- Ueda, H., Nagahama, Y., Tashiro, F. and Crim, L. W., 1983, Some endocrine aspects of Precocious sexual maturation in the amago salmon (*Oncorhynchus rhodurus*), *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 49(4), 587-596.
- Yamauchi, K., Kagawa, H., Ban, M., Kasahara, N, and Nagaha, Y., 1984, Changes in plasma estradiol- $17\beta$  and  $17\alpha$ - $20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one levels during final oocyte maturation of the masu salmon(*Oncorhynchus masou*) *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 50(12), 2137.