

碩士學位論文

나일틸라피아, *Oreochromis niloticus*의
三倍體 誘導, 生殖巢 發達 및 成長

濟州大學校 大學院
水產生物學科



1990年 12月 日

나일틸라피아, *Oreochromis niloticus*
三倍體 誘導, 生殖巢 發達 및 成長

指導教授 盧 暹

鄭 佑 鍵

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

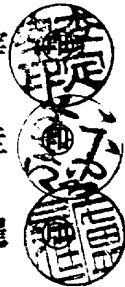
1990 年 12 月 日

鄭佑鍵의 理學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 理學 博士 李 定 宰

委 員 理學 博士 卞 忠 圭

委 員 水産學博士 盧 暹



濟州大學校 大學院

1990 年 12 月 日

Induction of Triploidy, Gonadal Development
and Growth in Nile tilapia,
Oreochromis niloticus

Woo-Geon Jeong

(Supervised by Professor Sum, Rho)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE
OF MASTER OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY

GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1990 . 12 . .

目 次

Summary	2
I. 序 論	3
II. 材料 및 方法	5
1. 材料	5
2. 受精卵의 倍數體 誘導, 孵化 및 飼育	5
3. 倍數性的 同定	5
4. 生殖巢의 發達	6
III. 結 果	7
1. 低溫 處理에 의한 孵化率과 三倍體 出現率	7
1) 孵化率	7
2) 倍數體 出現率	7
2. 倍數性的 同定	11
1) 染色體	11
2) 赤血球	12
3. 生殖巢의 發達	17
1) 生殖巢의 肉眼的 觀察	17
2) 組織學的 觀察	17
4. 成 長	20
IV. 考 察	23
V. 要 約	26
參 考 文 獻	27
謝 辭	31

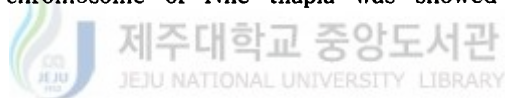
Summary

The triploid induction of fish has been very available for commercial aquaculture with rapider growth effects during the period of sexual maturity owing to potential reproductive sterility.

This study was carried out to find the most appropriate cold shock treatment, the rate of triploid induction, the growth and gonadal development for triploid induction of Nile tilapia.

The optimal treatment for triploid induction was induced with the cold shock fertilized eggs on the low temperature of $10 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ after 5 minutes' lapse of fertilization, and by this method the successful induction of triploid(100%) of Nile tilapia could be gotten.

The numbers of chromosome of Nile tilapia was showed as $2n=44$, $3n=66$ respectively.



The surface area of erythrocyte and eythrocyte nucleus of triploid were 1.47 and 1.73 times larger than those of diploid respectively.

The growth rate of triploid and diploid was very similar to that of the early stage of hatch, but triploid showed the higher growth rate after 6 month' lapse. With a lapse of cultivating time the growth rate showed the significantly larger differences.

Histological analysis of the gonads showed sexual matruity in diploid fish and sterility in triploid fish.

I. 序 論

養殖 對象 魚類는 生殘率, 成長率, 飼料效率, 抗病性, 繁殖力, 肉質등이 우수한 것이 理想的이나, 이러한 모든 條件을 갖춘 魚類는 현실적으로 存在하고 있지 않으므로 보다 좋은 條件을 가지는 養殖魚種을 開發하기 위하여 系統間의 交雜, 屬間의 交雜 및 雜種強勢 그리고, 染色體 操作에 의하여 倍數體 魚類를 誘導하는 遺傳, 育種學的인 측면의 研究가 활발히 進行되고 있다.

魚類의 三倍體 誘導는 卵과 精子가 受精한 후 第2 減數分裂의 시기에 맞추어 物理, 化學的인 處理를 하여 棘體의 放出을 抑制시켜 얻을 수 있다(Thorgaard, 1983). 이러한 物理, 化學的 處理에는 여러가지 方法이 사용되고 있는데, 物理的인 方法에는 魚種에 따라 低溫, 高溫 및 水壓등으로 처리하여 倍數體 魚類를 성공적으로 유도하고 있다(小野里, 1983). 대부분 冷水性 魚類인 무지개 송어, *Salmo gairdneri*에서 高溫 處理(Chourrout, 1980 ; Thorgaard and Jazwin, 1981), 溫水性 魚類인 잉어, *Cyprinus carpio*, 큰가시고기, *Gasterosteus aculeatus*, 흰줄납자루, *Rhodeus ocellatus ocellatus* 등에서 低溫 處理(Mikino and Ojima, 1943 ; Swarp, 1959 ; Ueno and Arimoto, 1982), 무지개 송어, 대서양연어, *S. salar*에서 水壓 處理(Lou and Purdom, 1984 ; Benfey and Sutterlin, 1982)를 하여 倍數體 誘導를 보고하고 있다. 化學的인 方法으로 Colchicine 또는 Cytochalasin B를 사용하여 강송어, *Salvelinus fontinalis*, 무지개 송어 등에서 倍數體 魚類를 誘導하였다(Refstie et al., 1977 ; Allen and Stanley, 1978 ; Smith and Lemoine, 1979).

틸라피아 三倍體 誘導에 관하여는 高溫 處理方法으로 *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus*, *O. niloticus* 등에서 報告(Valenti, 1975 ; Don and Avatalion, 1986, 1988 ; Penman et al., 1987a, b ; Chourrout and Itskovich, 1983)되고 있으나 그 誘導率이 좋은 편이

아니며, 低溫 處理方法에 의하여 *O. aureus*, *O. niloticus*의 三倍體가 誘導(Don and Avatalion, 1988)되어 高溫 處理보다는 向上된 結果로서 可能性을 提示하였다.

최근, 우리나라에서도 魚類 遺傳, 育種 연구가 進行되어 무지개 송어, 차넬메기, *Ictalurus punctatus*등에서 三倍體 誘導와 初期 成長에 관한 일부 報告(Kim et al., 1986, 1988, 1990)들이 있고, 나일틸라피아, *O. niloticus*에 관하여는 性轉換 實驗이 報告(Kim. et al., 1988)되어 있다.

나일틸라피아는 우리나라에 移殖한 淡水 魚類中 養殖 對象種으로 脚光을 받고 있으나 (金, 1987), 生殖巢의 早期 成熟과 빈번한 産卵으로 成長 阻害와 池中養殖에서는 過密되는 문제점을 안고 있다(Lovshin, 1982; Wolters and Hulata, 1983).

이에 본 研究는 나일틸라피아를 대상으로 受精卵을 低溫處理, 成魚 段階까지 飼育하여 三倍體 出現率과 孵化率, 倍數性의 特徵, 成長 및 生殖巢 發達狀態등을 遺傳, 育種學的인 측면에서 究明하므로서 養殖産業의 生産力을 높이는데 基礎資料로 제공하고자 하였다.



II. 材料 및 方法

1. 材料

본 실험에서 사용된 나일틸라피아, *O. niloticus*의 受精卵은 國立水産振興院 鎮海内 水面研究所 循環濾過式 양어장에서 사육하고 있는 2年生 親魚를 대상으로 하여, 生殖巢가 충분히 成熟된 體重 1kg되는 암컷 1마리와 수컷 2마리에서 人工採卵, 採精하고 乾式法으로 人工受精시킨 후 洗卵하여 材料로 사용하였다.

2. 受精卵의 倍數體 誘導, 孵化 및 飼育

나일틸라피아 人工受精卵에 倍數體 誘導를 行하기 위하여 受精 후 5, 10, 15, 20分 經過 時間別로 실험구를 나누어, 各 실험구마다 水溫 $10 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 의 低溫 處理를 各各 5分, 30分, 45분간씩 하였으며, 低溫 處理는 恒溫水槽를 사용하였다.

低溫 處理한 受精卵들은 실험구별로 孵化器에 옮겨 $27 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 하에서 孵化시켜 孵化率을 조사하였고, 循環濾過式 양어장에서 사육하면서 每月 各 實驗區마다 無作為로 30個體씩 抽出하여 成長度를 調査하였다.

3. 倍數性的 同定

倍數性的 同定 및 出現率을 조사하기 위하여 孵化 후 6개월된 實驗魚를 대상으로 染色體 數, 赤血球 및 그 核의 크기를 調査하였다.

染色體의 觀察은 Ueno and Ojima(1976)의 方法을 약간 變形한 Kim등(1985)의 方法을 이용하여 검경했다.

赤血球 크기는 血液을 아가미 뚜껑 內側의 動脈에서 採血한 후 塗抹하여 Hematoxylin-Eosin으로 2중 染色하여 현미경으로 測定하였다.

4. 生殖巢의 發達

生殖巢의 發達 狀態를 조사하기 위하여 孵化 후 6개월부터 每月 無作爲로 20개체씩 腹部를 切開한 후 未熟 및 成熟 個體를 肉眼的으로 구분하였다.

生殖巢 組織 觀察은 Bouin溶液에 24시간 固定 후 일반적인 Paraffin切片法에 의하여 5~6 μ m 連續 切片을 만들었으며 Harris hematoxylin과 1% Eosin으로 比較 染色하였다.



III. 結 果

1. 低溫 處理에 의한 孵化率과 三倍體 出現率

1) 孵化率

나일틸라피아의 効果的인 三倍體 誘導를 위하여 수정 후 低溫 處理 시작시간과 處理 지속시간에 따른 孵化率은 Table 1, Fig. 1 과 같다.

水溫 $27 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 에서 孵化시킨 對照區의 孵化率은 80.1 %였고, 受精 후 5분 경과한 受精卵을 15분, 30분, 45분간 低溫 處理($10 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$)하였을 때 孵化率은 各各 72.5 %, 53.9 %, 21.4 %였으며, 處理 時間이 길어 질수록 孵化率은 낮았다.

受精 후 10분, 15분, 20분 經過 후 低溫 處理한 結果의 경향도 受精 5분 후 低溫 處理한 結果와 유사하였는데, 低溫 處理 시작시간과 低溫 處理 지속시간이 경과할수록 낮아져서 受精 20분 후 低溫 處理한 것은 16.5 %로 저조하였다.

2) 倍數體 出現率

實驗 條件에 따른 倍數體 出現率은 Table 1, Fig. 1 과 같다.

低溫 處理하지 않은 受精卵을 孵化시켜 6개월간 飼育한 후 133個體를 조사한 結果 전부 二倍數로 나타났다.

低溫 處理한 實驗區의 三倍體 出現率은 受精 후 5분 경과한 受精卵을 15분, 30분, 45분간 低溫 處理한 結果 72.4~100 %였고, 受精 후 10분, 15분, 20분 경과하여 低溫 處理하였을 때 극히 낮아져서 受精 20분 후 低溫 處理區는 三倍體 個體가 전혀 나타나지 않았다. 따라서, 最適의 나일틸라피아 三倍體 誘導法은 受精 후 5분 경과한 受精卵으로 30분간 低溫 處理하는 것이 가장 효과적이었다.



Table 1. Hatching rates and frequency of the triploid Nile tilapia

Time of treatment after insemination (min.)	Duration of treatment (min.)	Total No. of egg treated	Hatched		Analysable		Diploid		Triploid	
			No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
5	15	236	171	72.5	134	37	27.6	97	72.4	
	30	219	118	53.9	94	0	0.0	94	100.0	
	45	224	48	21.4	36	0	0.0	36	100.0	
10	15	241	170	70.5	124	98	79.0	26	21.0	
	30	228	93	40.8	65	50	76.9	15	23.1	
	45	215	39	18.1	24	18	75.0	6	25.0	
15	15	223	153	68.6	68	64	94.1	4	5.9	
	30	215	83	38.6	60	56	93.3	4	6.7	
	45	239	49	20.5	29	27	93.1	2	6.9	
20	15	231	151	65.4	101	101	100.0	0	0.0	
	30	212	65	30.7	43	43	100.0	0	0.0	
	45	230	38	16.5	23	23	100.0	0	0.0	
Control	-	221	177	80.1	133	133	100.0	0	0.0	

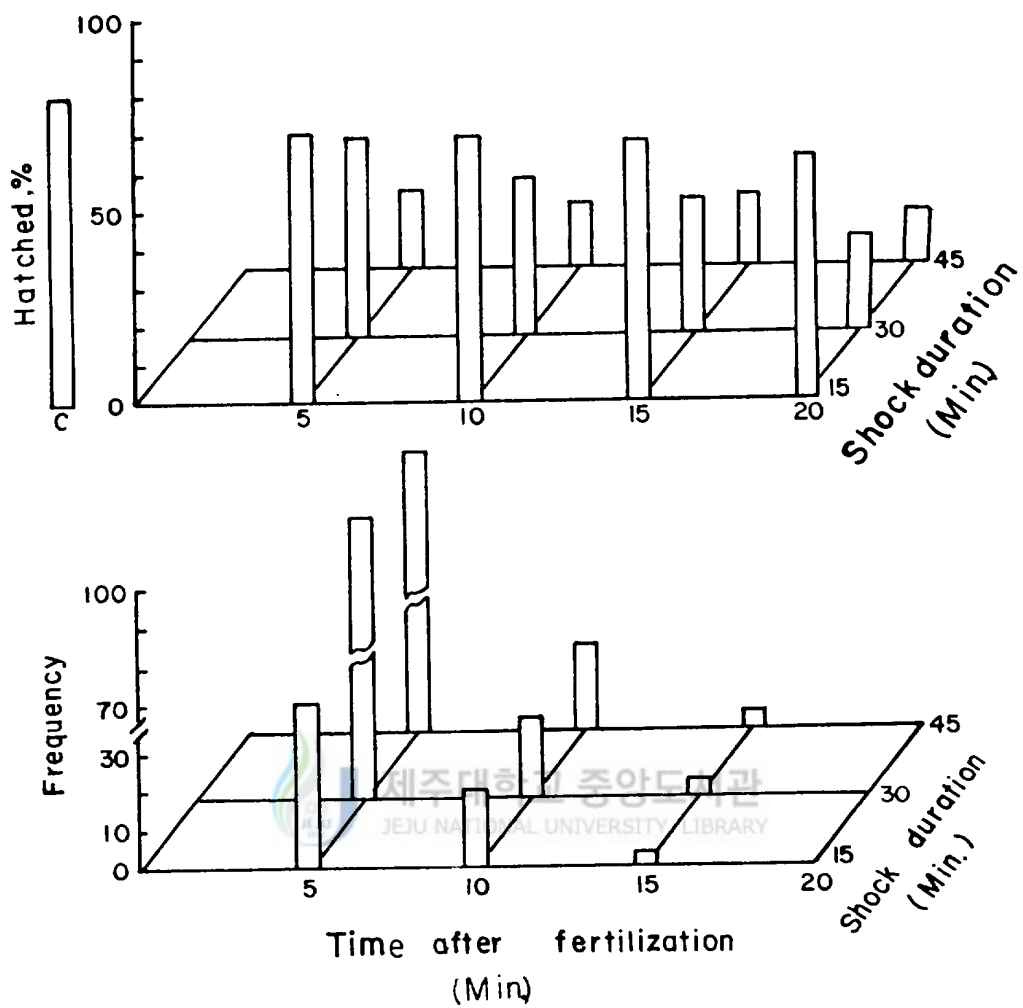


Fig. 1. Effects of different combinations of time to cold shock after fertilization and shock duration on the hatching rate and frequency of the triploid in Nile tilapia. C : control.

2. 倍體性的 同定

1) 染色體

본 種의 染色體 數는 二倍體 44 개, 三倍體는 66 개 였다(Fig. 2).

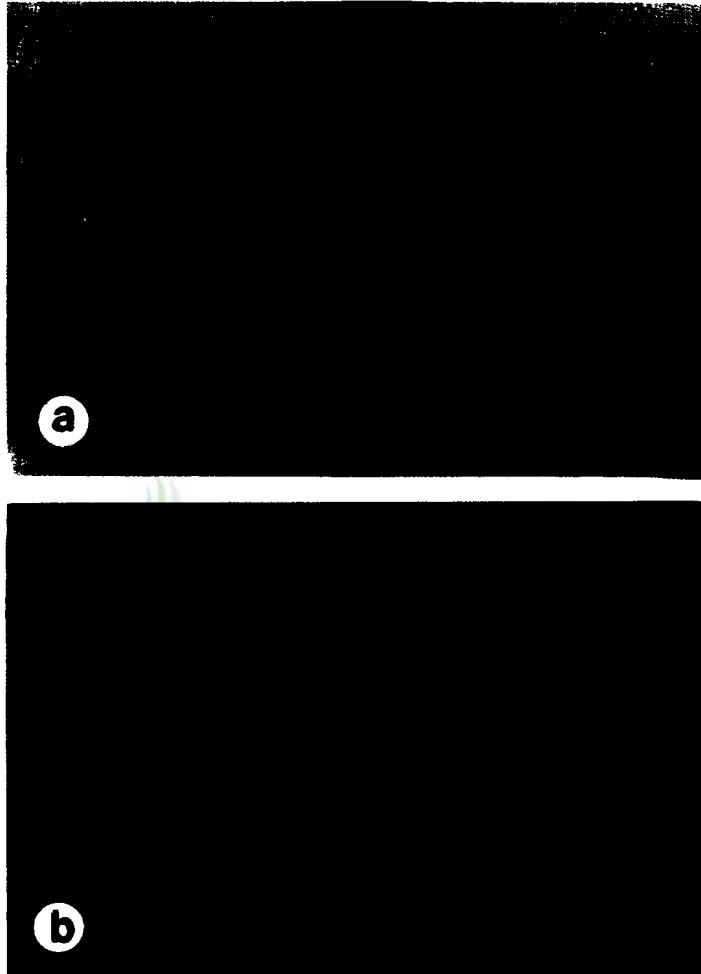


Fig. 2. Metaphase chromosomes spread from kidney tissue of diploid(a : $2n=44$) and triploid fish(b : $3n=66$) of Nile tilapia.

2) 赤血球

二倍體 및 三倍體 個體의 赤血球와 그 核의 크기를 조사한 結果는 Table 2, Fig. 3 과 같다.

二倍體 赤血球의 長徑은 $12.71 \pm 0.84 \mu\text{m}$ 이고, 三倍體 赤血球의 長徑은 $15.94 \pm 0.91 \mu\text{m}$ 로서 三倍體 赤血球의 크기가 二倍體에 비하여 1.3 배 크며, 三倍體 短徑은 $8.93 \pm 0.8 \mu\text{m}$ 이고 二倍體 $7.59 \pm 0.82 \mu\text{m}$ 로서 三倍體가 1.2 배 더 크다.

赤血球 核의 크기에 있어서도 三倍體 赤血球 核의 長徑은 $5.28 \pm 0.36 \mu\text{m}$, 二倍體는 $7.21 \pm 0.78 \mu\text{m}$ 로서 三倍體가 1.36 배 컸으며, 核의 短徑도 三倍體는 $3.32 \pm 0.43 \mu\text{m}$, 二倍體 $2.61 \pm 0.40 \mu\text{m}$ 로서 三倍體 赤血球의 短徑이 1.27 배 더 크다.

赤血球와 그 核의 表面積은 $S = ab\pi/4$ (a=長徑, b=短徑) 橢圓式을 사용하여 계산한 結果 三倍體 赤血球는 $111.80 \pm 12.13 \mu\text{m}^2$, 二倍體는 $75.86 \pm 10.66 \mu\text{m}^2$ 로서 三倍體가 1.47 배 더 크며, 赤血球 核의 表面積에 있어서도 二倍體 $10.84 \pm 2.15 \mu\text{m}^2$, 三倍體는 $18.76 \pm 3.28 \mu\text{m}^2$ 로 1.73 배 더 크다.

赤血球의 크기 分布(Fig. 4)에서 長徑의 範圍는 二倍體 10~15 μm , 三倍體 14~19 μm 이고, 赤血球 短徑의 範圍는 二倍體와 三倍體에서 6.0~11.0 μm 範圍에 分布하고 있으나 主 mode가 二倍體는 7.0~9.0 μm , 三倍體는 8.0~10.0 μm 였다.

赤血球 核의 크기 分布(Fig. 5)에서 赤血球 核의 長徑의 範圍는 二倍體 5.0~7.0 μm , 三倍體 5.5~9.5 μm 이고, 赤血球 核의 短徑은 二倍體 2.0~4.0 μm , 三倍體 2.5~5.0 μm 範圍였다.

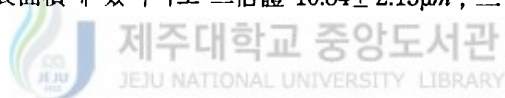


Table 2. Comparison of erythrocytic characters between diploid and triploid Nile tilapia

	Diploid		Triploid	
	Mean \pm S. D.	range	Mean \pm S. D.	range
Erythrocyte				
Major axis(μm)	12.71 \pm 0.84	10.23 - 14.24	15.94 \pm 0.91	14.14 - 18.34
Minor axis(μm)	7.59 \pm 0.82	6.03 - 10.02	8.93 \pm 0.80	5.61 - 10.35
Major ax./Minor ax.	1.69 \pm 0.19	1.32 - 2.18	1.83 \pm 0.20	1.46 - 2.69
Surface area(μm^2)*	75.86 \pm 10.66	55.17 - 104.22	111.80 \pm 12.13	66.54 - 134.61
Nucleus of erythrocyte				
Major axis(μm)	5.28 \pm 0.84	5.01 - 7.12	7.21 \pm 0.78	6.00 - 9.35
Minor axis(μm)	2.61 \pm 0.40	2.03 - 3.54	3.32 \pm 0.43	2.51 - 4.51
Major ax./Minor ax.	2.06 \pm 0.30	1.56 - 2.74	2.21 \pm 0.37	1.37 - 3.32
Surface area(μm^2)*	10.84 \pm 2.15	8.00 - 19.28	18.76 \pm 3.28	13.96 - 30.24

* : $S = ab\pi/4$ (a : Major axis ; b : Minor axis)



Fig. 3. Microphotographs of diploid (a) and triploid (b) erythrocytes of Nile tilapia (150X).

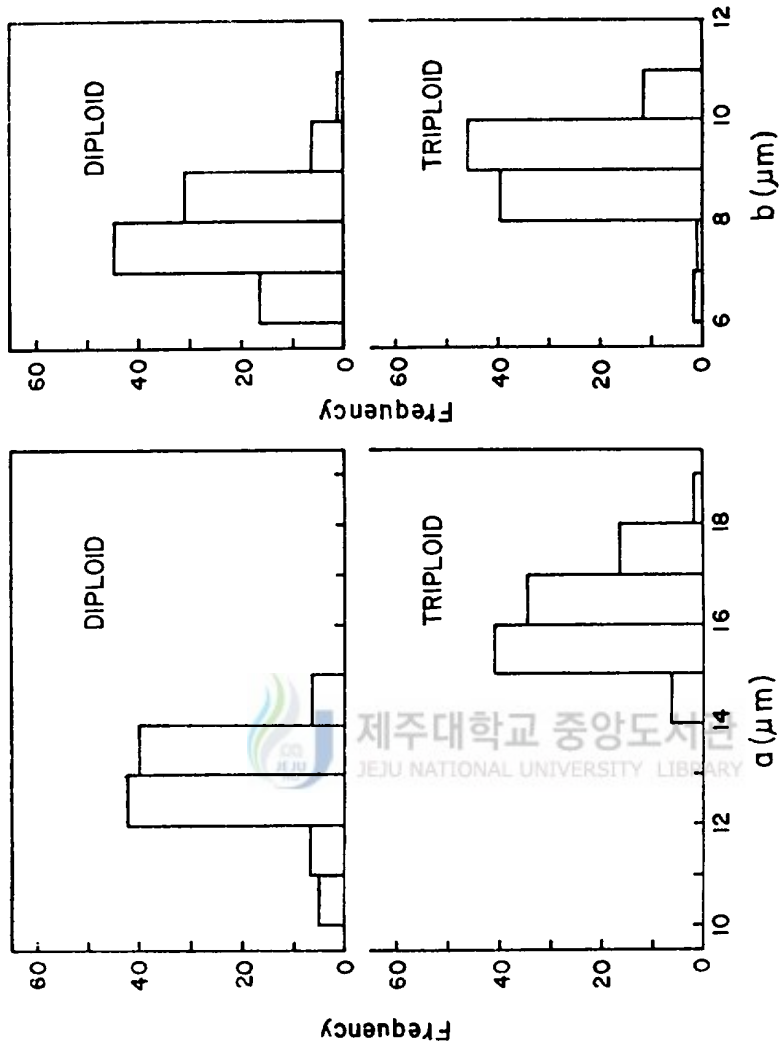


Fig. 4. Frequency distribution of major axis(a) and minor axis(b) of erythrocyte of diploid and triploid Nile tilapia.

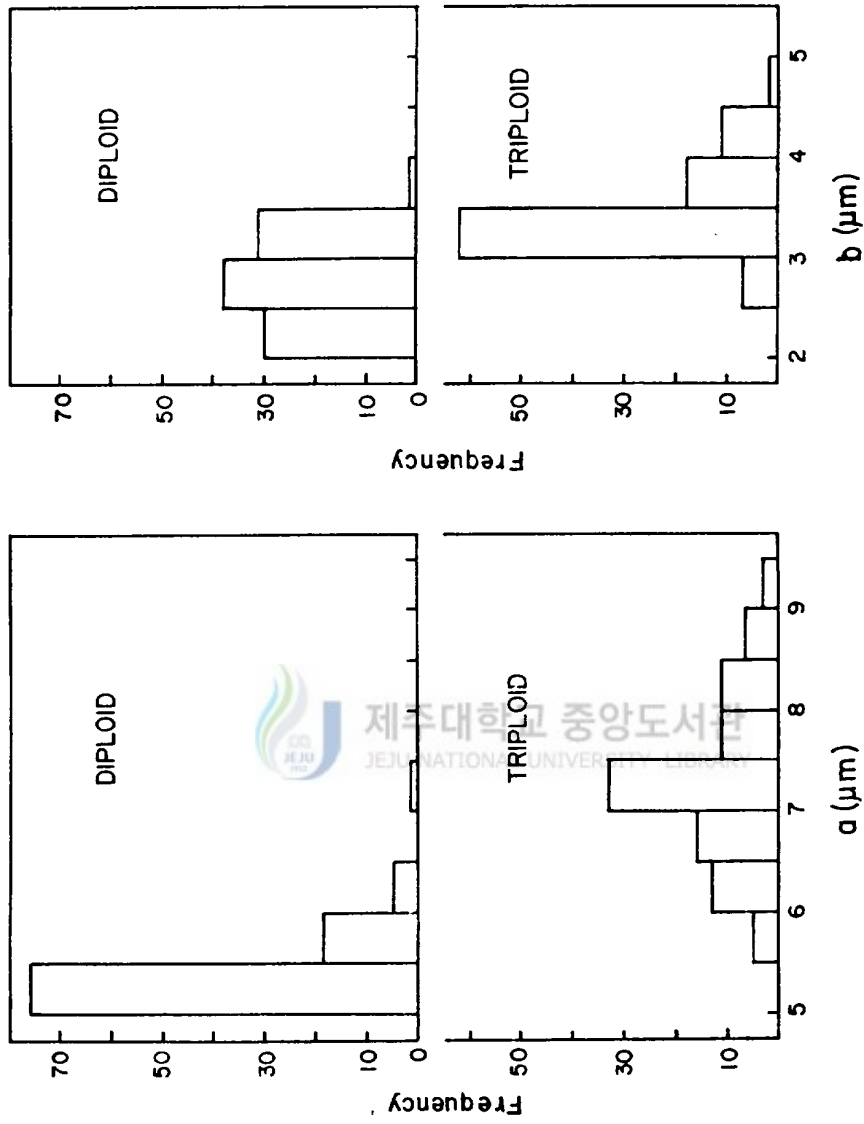


Fig. 5. Frequency distribution of major axis(a) and minor axis(b) of nucleus of erythrocyte of diploid and triploid Niletilapia.

3. 生殖巢의 發達

1) 生殖巢의 肉眼的 觀察

低溫 處理하지 않은 二倍體와 三倍體 個體의 生殖巢 發達 狀態를 조사하기 위하여 孵化 후 6개월부터 9개월까지 成魚를 肉眼的으로 觀察한 結果는 Fig. 6과 같다.

본 種의 암컷은 卵巢內 卵이 確認되는 것. 수컷은 精巢의 크기가 크고 透明한 것을 成熟 個體로 看做하여 보았을 때, 二倍體의 경우 孵化 후 6개월된 암컷은 4.6%, 수컷은 18.8%의 成熟 個體가 나타났고, 孵化 후 9개월된 것에서는 암컷 47.8%, 수컷 73.9%로 成熟 個體가 많이 나타난 반면, 三倍體의 암컷은 成熟 個體가 전혀 없었으나 수컷은 孵化 후 8개월에 2.4%, 9개월에 4.7%의 成熟 個體가 나타났다.

2) 組織學的 觀察

(1) 卵巢

孵化 후 6개월된 二倍體 암컷 卵巢 組織에는 初期 成長중인 $30\sim 40\mu\text{m}$ 의 어린 卵母細胞와 細胞質에 卵黃胞가 出現하고, 濾胞 細胞層이 형성되는 成長중인 卵母細胞 그리고, 細胞質에는 卵黃球가 나타나고 放射線帶와 濾胞 細胞層이 발달한 成熟 卵母細胞들이 나타나고 있다(Fig. 7-a). 반면에 三倍體 암컷의 卵巢 組織은 卵巢 小囊內에서 分裂 增殖하는 卵原細胞들이 包囊속에서 수개씩 存在하고 包囊과 包囊사이에 初期 成長중인 少數의 卵母細胞들과 體細胞性 間質細胞들로 채워져 있다(Fig. 7-b).



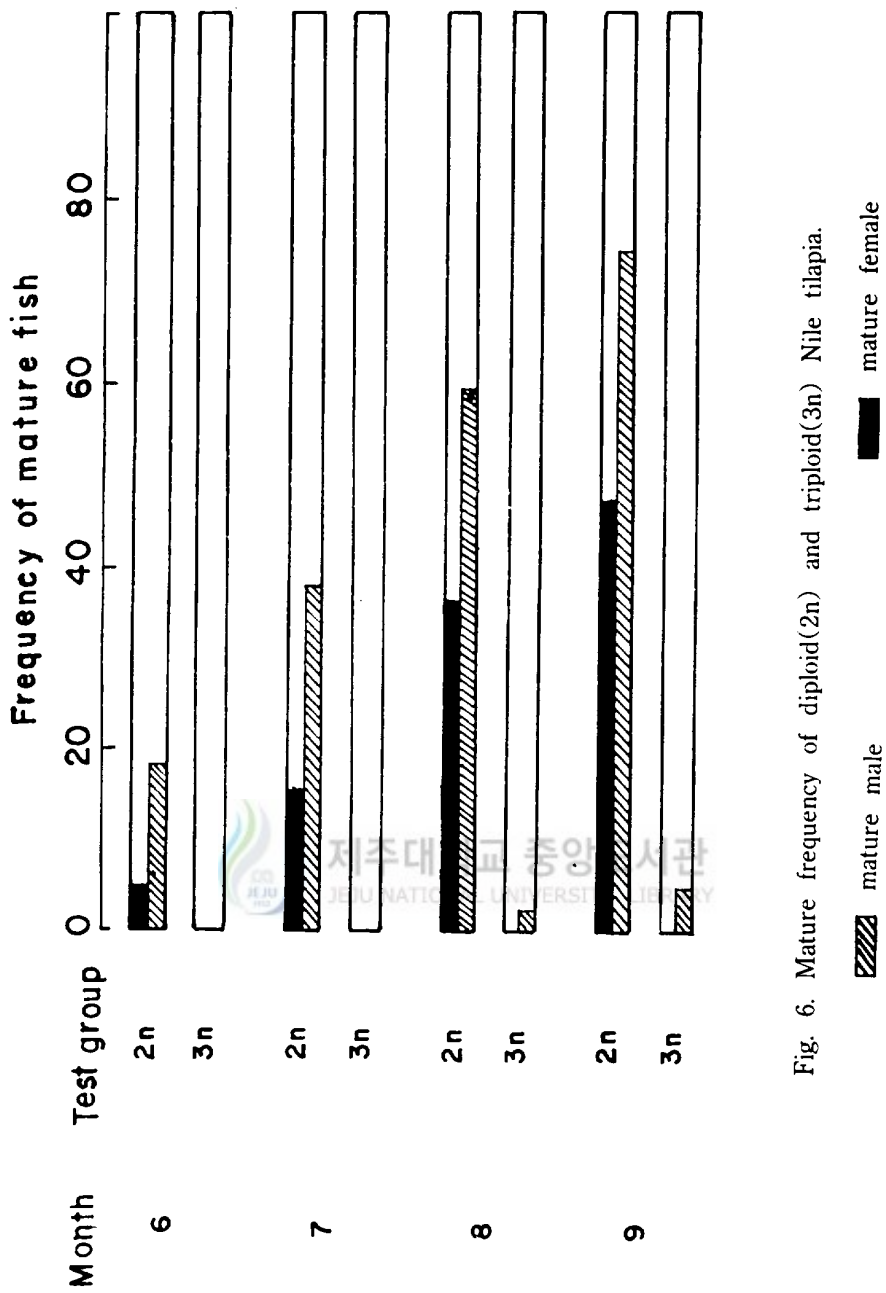


Fig. 6. Mature frequency of diploid(2n) and triploid(3n) Nile tilapia.

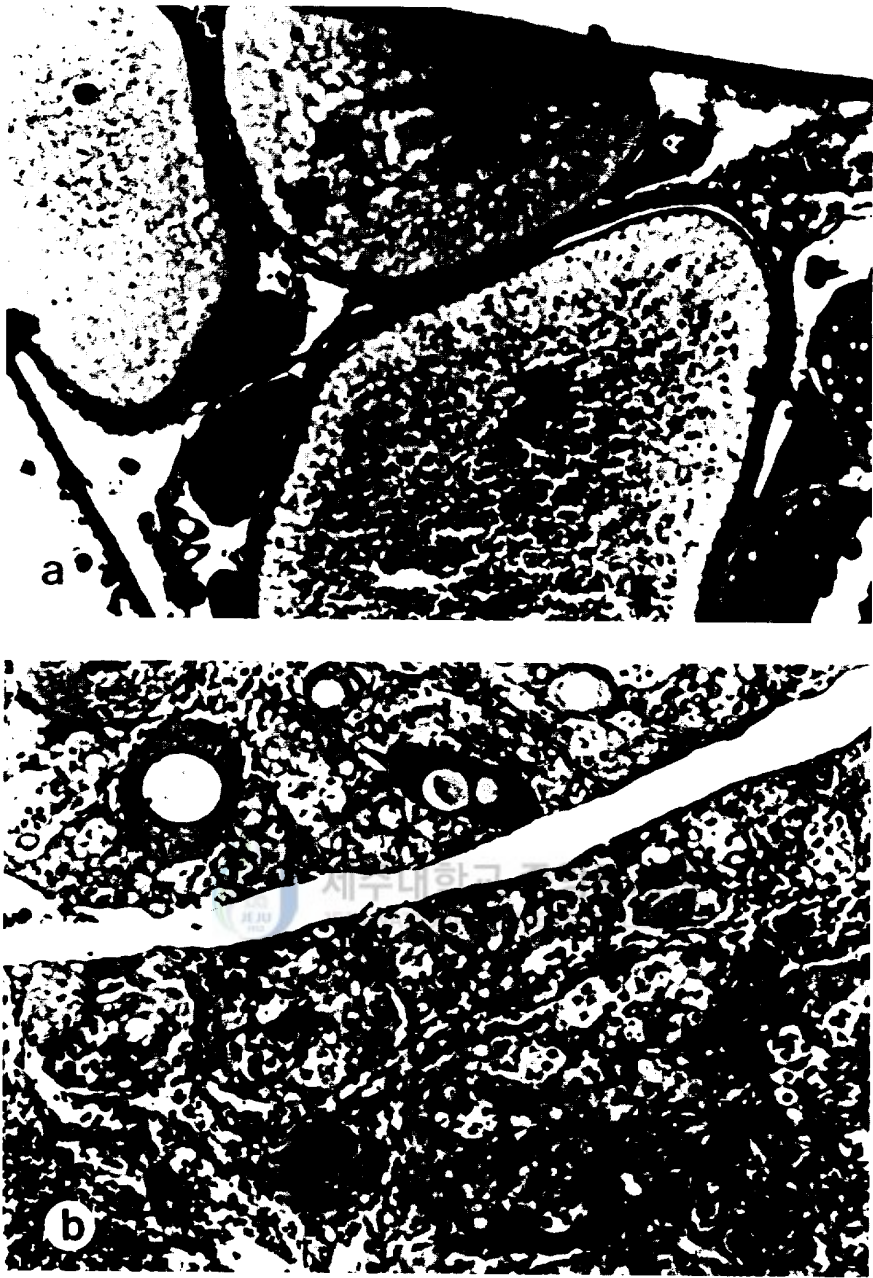


Fig. 7. Transverse sections of diploid (a) and triploid (b) ovaries of Nile tilapia (250X).

(2) 精巢

孵化 후 6개월된 二倍體 수컷의 精巢 組織은 精巢 小葉내에서 精原細胞, 精母細胞, 精細胞들이 成長 段階別로 나타나고, 小葉 內腔에 變態된 精子들이 塊를 形成하고 있다(Fig. 8-a). 반면에 三倍體 수컷의 精巢 組織은 精巢 小葉內에 精母細胞, 精細胞들이 나타나고, 小葉 內腔에 少數의 精子들이 分布하고 있으나 未熟한 狀態였다(Fig. 8-b).

4. 成長

二倍體와 三倍體 個體의 成長 差異를 把握하기 위하여 孵化 직후부터 孵化 후 9개월까지의 成長度 조사 결과는 Fig. 9와 같다.

初期에는 二倍體 個體와 三倍體 個體間의 成長이 비슷하여 孵化 후 5개월에 二倍體 個體의 平均體重은 270.2g, 三倍體 個體는 295.0g으로 成長, 본 種의 性 成熟期를 넘어 서면서 6개월후에는 二倍體 個體의 平均體重은 397.3g, 三倍體 個體는 447.4g으로 成長 差異의 幅이 커졌으며, 9개월후에는 二倍體 個體의 平均體重은 615.2g, 三倍體 個體의 平均體重在 742.3g으로 三倍體 個體가 二倍體 個體보다 平均 1.2倍 정도 良好하였다.

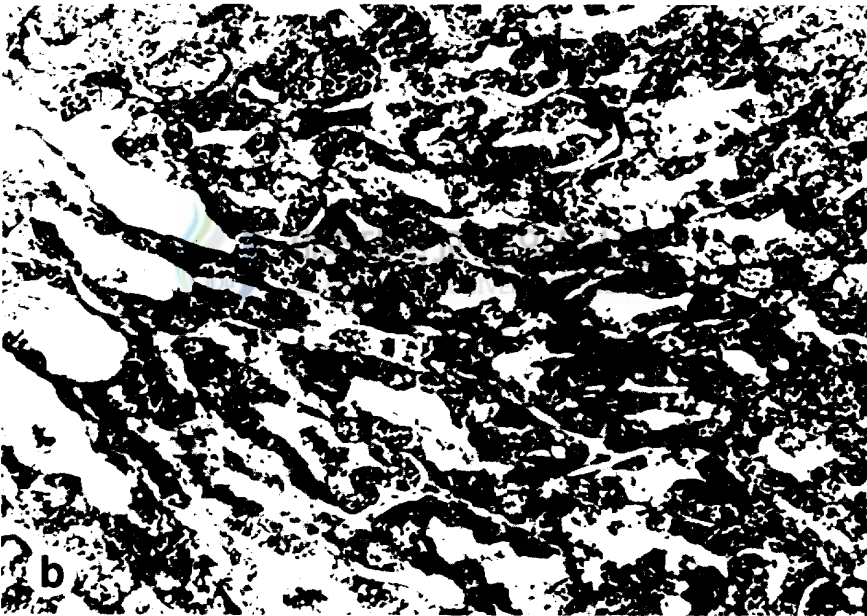


Fig. 8. Transverse sections of diploid (a) and triploid (b) testess of Nile tilapia (250X).

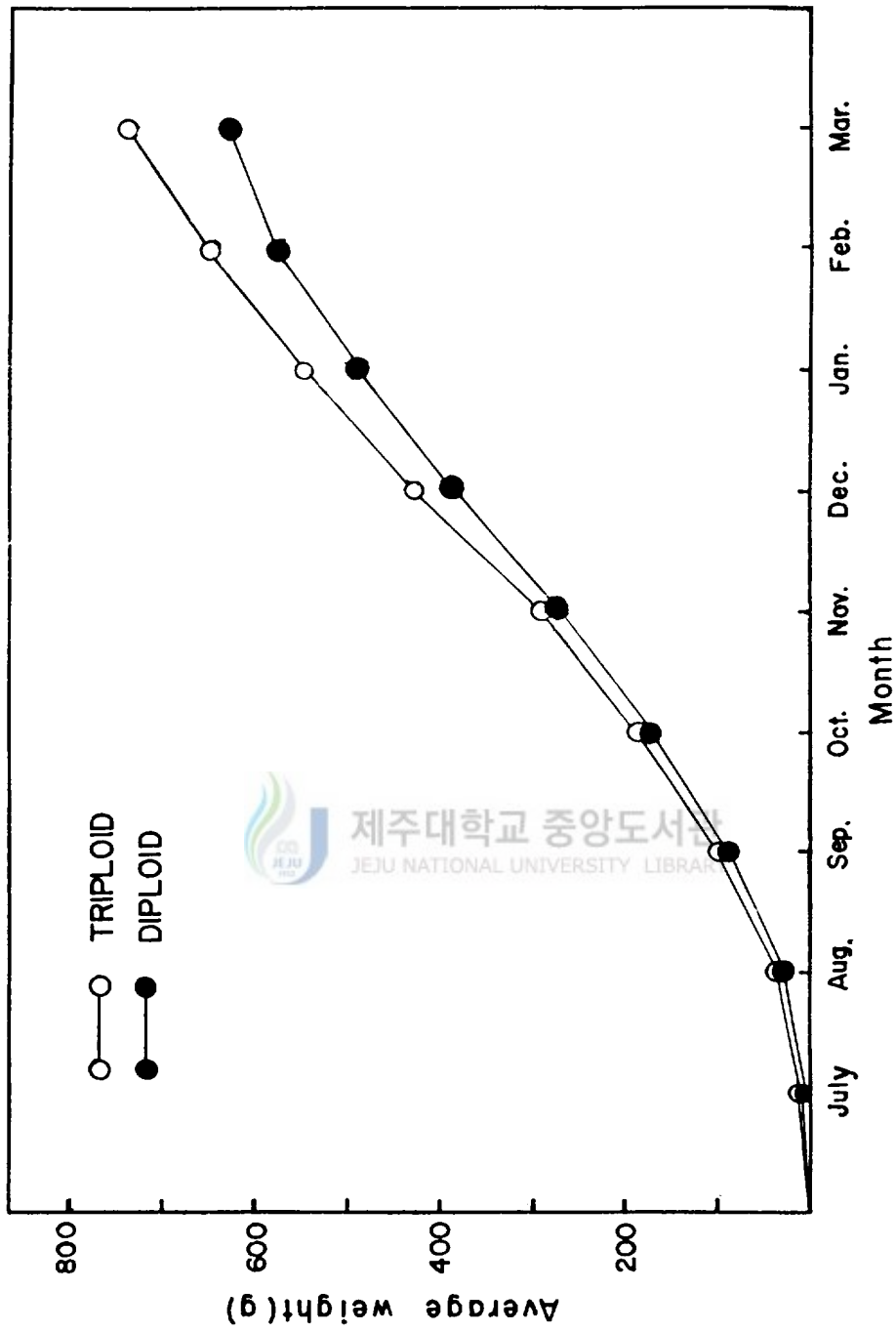


Fig. 9. Comparison of growth between triploid and diploid Nile tilapia.

IV. 考 察

染色體 操作에 의하여 얻어진 三倍體 魚類는 個體의 細胞 크기 增加와 함께 不妊化되므로서, 性 成熟期와 産卵期에도 持續的인 成長을 할 수 있어 二倍體 魚類에 비하여 높은 成長率과 飼料效率을 나타내며, 産卵期の 2 차 性徵發現을 抑制시켜 商品 價値의 下落을 防止할 수 있다(上野, 1989).

Thorgaard(1983)는 受精卵의 第 2 減數分裂의 시기에 맞추어 적절한 物理的 處理를 가하므로서 第 2 棘體의 放出을 抑制시켜 三倍體 魚類를 誘導할 수 있으며, 物理的 處理 시작 및 持續 時間에 따라 三倍體 出現率과 孵化率이 결정된다고 報告하고 있다.

物理的인 低溫 處理에 의한 三倍體 誘導는 차넬메기(Wolters, 1981), 잉어(Ueno, 1984), 미꾸라지, *Misgurnus anguillicaudatus*(Suzuki, 1985)등에서 受精 후 5분 경과한 受精卵으로 60분간 低溫 處理를 하였을 때 85~100%의 三倍體를 誘導하였으며, 유럽산 강도다리류, *Platichthys flesus*, *Pleuronectes platessa*(Purdom, 1972)에 있어서 成功的인 三倍體 생산은 受精 후 15분 경과한 受精卵으로 3시간 30분 低溫 處理하는 것이었다.

본 實驗에 사용된 나일틸라피아의 경우는 受精 후 5분 經過한 受精卵으로 30분간 低溫 處理($10 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$)하였을 때 三倍體 出現率이 높았다. 이와 같이 魚種에 따라 受精 후 低溫 處理까지의 경과 時間 및 物理的 處理 持續 時間의 差異는 魚卵의 細胞 分裂 速度 및 生理 등에 起因하는 것으로 사료된다.

赤血球와 그 核의 크기에 있어서 三倍體 魚類가 二倍體 魚類보다 큰 것은 큰가시고기 (Swarp, 1959), 붕어 *Carassius auratus langsdorfi*(Sezaki, 1977)등에서 報告되어 있고, 赤血球와 核의 容積도 블루틸라피아의 三倍體에서 二倍體보다 1.5~1.6 배 增加하고(Vale-

nti, 1986), 대서양연어(Benfey and Sutterlin, 1984) 三倍體에서도 1.5 배 크다고 보고하고 있다.

본 研究에서도 나일틸라피아 三倍體 個體가 二倍體 個體보다 赤血球의 表面積 크기가 1.47 배, 赤血球의 核의 表面積은 1.73 배 큰 것으로 나타나 다른 研究者들의 結果와 유사하였다.

Valenti(1975)는 三倍體 블루틸라피아의 成長이 二倍體보다 孵化 후 6 개월부터 상회하기 시작하여 14 개월후에는 많은 차이가 있음을 報告하였고, 上野(1989)는 三倍體 魚類는 不妊化되므로 産卵時期에 二倍體 個體와는 달리 生殖巢가 발달하지 않고 體容積의 增加가 持續되고 있음을 보고하고 있다. 미꾸라지(Suzuki et al., 1985), 무지개 송어(Kim et al., 1988)등의 三倍體 魚類는 性 成熟期에 生殖巢의 發達이 없는 대신에 成長의 差異를 나타내고 있다고 한다.

본 研究에서는 孵化 후 5 개월까지 未成熟期에는 二倍體와 三倍體 個體間의 成長이 비슷하였으나 性 成熟期인 孵化 후 6 개월부터 成長 차이의 폭이 커졌다.

上野(1988)는 三倍體는 二倍體와 달리 生殖細胞의 不완전한 發達, 配偶子 形成 不能등으로 生殖巢의 成熟에 消費되는 成分이 生殖巢이외의 體成分으로 이용되어 産卵期の 成長 沈滯, 肉質의 劣勢를 輕減시켜 주고 있다고 보고하고 있다. 본 實驗의 나일틸라피아 二倍體 암컷의 卵巢內에는 成熟한 卵母細胞가 存在하고 수컷의 精巢에는 精巢 小葉 內腔에 多量의 變態된 精子塊들이 出現하고 있는 반면, 三倍體 암컷의 卵巢에는 卵原細胞와 어린 卵母細胞 그리고, 體細胞性 間質細胞들이 대부분을 차지하고 있으며, 수컷의 精巢 小葉 內腔에는 소수의 精子들이 分布하고 있는 것으로 보아 三倍體 魚類는 性的으로 未熟한 狀態에 있음을 볼 수 있다.

低溫處理에 의하여 誘導된 나일틸라피아의 三倍體가 二倍體에 비하여 染色體 數가 많고, 赤血球의 크기가 크며 또한 性的인 不妊現狀등이 成長 速度를 促進시키는 것으로 사료되나 成長에 따른 發生, 生理的인 現像 및 良質의 卵을 일시에 얻을 수 있는 方法들에 관하여 앞으로 더욱 研究되어야 할 課題로 생각한다.



V. 要 約

魚類에 있어서 三倍體 誘導는 不妊化되므로서 性 成熟期에 卓越한 成長 効果와 맛의 增加를 가져와 매우 有用시되고 있다.

본 研究는 나일틸라피아의 三倍體를 誘導하므로써 實際 養殖産業에 이용하기 위한 것이며, 三倍體 誘導를 위한 가장 적절한 低溫 處理 條件 및 三倍體 出現率, 成長 및 生殖巢의 發達狀態 등을 調査하였다.

나일틸라피아 三倍體 誘導를 위한 가장 적절한 處理條件은 受精 후 5分 經過한 受精卵으로 $10 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 의 低溫水에서 30分間 處理하는 것으로, 이 때 100%의 三倍體 魚類를 誘導할 수 있었다.

나일틸라피아의 染色體 數는 $2n=44$, $3n=66$ 으로 나타났으며, 赤血球 細胞 크기의 表面積은 三倍體가 二倍體보다 1.47倍, 그 核의 表面積도 三倍體가 1.73倍 더 컸다.

成長은 初期에는 비슷하였으나 孵化 後 6個月부터 三倍體의 成長이 增加하였고, 飼育 期間이 經過함에 따라 그 폭은 커졌다.

生殖巢의 組織學的 分析 結果 二倍體는 모두 成熟하였지만 三倍體는 不妊化되는 것으로 觀察되었다.

参 考 文 献

- Allen, S. K., Jr. and J. G. Stanley. 1978. Reproductive sterility in polyploid brook trout, *Salvelinus fontinalis*. Trans. Am. Fish. Soc., 107 : 473-478.
- Benfey, T. J. and A. M. Sutterlin. 1984. Triploidy induced by heat shock and hydrostatic pressure in landlocked atlantic salmon(*Salmo salar* L.). Aquaculture, 36 : 359-367.
- Benfey, T. J. and A. M. Sutterlin. 1984. The haematology of triploid landlocked Atlantic salmon, *Salmo salar* L. J. Fish Biol., 24 : 333-338.
- Chourrout, D. 1980. Thermal induction of diploid gynogenesis and triploidy in the eggs of the rainbow trout(*salmo gairdneri* Richardson). Reprod. Nutr. Dev., 20 : 727-733.
- Chourrout, D. and J. Itskovich. 1983. Three manipulations permitted by artificial ansemination in tilapia : induced diploid gynogenesis, production of all triploid population and intergeneric hybridization. pp. 246-255. In : International Symposium on tilapia in Aquaculture(eds. Fishelson, L. and Yaron, Z.).
- Don, J. and R. R. Avatalion. 1986. The induction of triploidy in *Oreochromis aureus* by heat shock. Theor. Appl. Genet., 72 : 186-192.
- Don, J. and R. R. Avatalion. 1988. Comparative study on the induction of triploidy in tilapias, using cold-shock and heat-shock techniques. J. Fish Biol., 32 : 665-672.
- Kim, D. S., I. B. Kim and Y. G. Baik. 1986. A report of triploid Rainbow trout production in Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 19(6) : 575-580.

- Kim, D. S., I. B. Kim and Y. G. Baik. 1988. Early growth and gonadal development of triploid Rainbow trout, *Salmo gairdneri*. J. Aquat. 1(1) : 41-51.
- Kim, D. S., I. C. Bang and I. B. Kim. 1988. Sexual differentiation and androgen sex reversal of *Oreochromis niloticus*. J. Aquat., 1(1) : 53-66.
- Kim, D. S., G. C. Choi and J. Y. Jo. 1990. Induced triploid in Channel ctfish, *Ictalurus punctatus*. Kor. J. Genet., 12 : 229-235.
- Kim, I. S., G. Y. Lee and S. Y. Yang. 1985. Systematic study of the subfamily Leuciscinae(Cyprinidas)from Korea. Bull. Korean Fish Soc., 18(4) : 381-400.
- 金仁培. 1987. 内水面水産業의 現況과 對策. 韓國水産學會 秋季심포지움, 81-83. 太和出版社, 釜山.
- Lou, Y. D. and C. E. Purdom. 1984. Diploid gynogenesis induced by hydrostatic pressure in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish Biol., 24 : 665-670.
- Lovshin, L. L. 1982. Tilapia hybridization. pp.279-308. In : The biology and Culture of Tilapias(R. S. V. Pullin and R. H. Lowe-McConnell, Eds.). International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila.
- Mikino, S. and Y. Ojima. 1943. Formation of the diploid egg nucleus due to suppression of the second maturation division, induced by refrigeration of fertilized eggs of the carp, *Cyprinus carpio*. Cytologia, 13 : 55-60.
- 小野里 垣. 1983. 魚類の人爲倍數化とその利用. 水産育種, 8 : 17-29.
- Penman, D. J., M. S. Shah, J. A. Beardmore and D. O. F. Skibinski. 1987a. Sex ratios of gynogentic and triploid tilapia. II : 267-276. In : Selecton, Hybridization

- and Gentic Engineering in Aquaculture, (ed. Tiews, K.). Heenemann Verlags. mbH, Berlin.
- Penman, D. J., M. S. Shah, J. A. Beardmore and D. O. F. Skibinski. 1987. Survival, growth ratio and maturity in triploid tilapia. II : 277–288. In : Selecton, Hybridization and Gentic Engineering in Aquaculture, (ed. Tiews, K.). Heenemann Verlags. mbH, Berlin.
- Purdom, C. E. 1972. Induced polyploidy in plaice(*Pleuronectes platessa*) and its hybrid with the flounder(*Platichthys flesus*). *Heredity*, 29 : 11–24.
- Refstie, T., V. Vassvik and T. Gjedrem. 1977. Induction of polyploidy in salmonids by Cytochalasin B. *Aquaculture*, 10 : 65–74.
- Sezaki, K., H. Kobayasi and M. Nakamura. 1977. Size of erythrocytes in the diploid and triploid specimens of *Carassius auratus langsdorfi*. *Jpn. J. Genet.*, 24 : 135–140.
- Smith, L. T. and H. L. Lemoine. 1979. Colchicine-induced polyploidy in brook trout. *Prog. Fish-Cult.*, 41 : 86–88.
- Suzuki, R., T. Nakanishi and T. Oshiro. 1985. Survival, growth and sterility of induced triploids in the cyprinid loach *Misgiurnus anguillicaudatus*. *Bull. Jpn. Sci. Fish.*, 51 : 889–894.
- Swarp, H. 1959. Production of triploidy in *Gasterosteus aculeatus* (L.). *J. Genet.*, 56 : 129–142
- Swarp, H. 1959. Effect of triploidy on the body size, general organization and cellular structure in *Gasterosteus aculeatus* (L.). *J. Genet.*, 56 : 143–155.

- Thorgaard, G. H., M. E. Jazwin and A. R. Stier. 1981. Polyploidy induced by heat shock in rainbow trout. *Trans. Am. fish. Soc.*, 110 : 546-550.
- Thorgaard, G. H. 1983. Chromosome set manipulation and sex control in fish. 9 : 405-434. In : *Fish physiology*. J. Randall and E. N. Donaldson(Eds.). Academic Press, New York.
- Ueno, K., Y. Ojima and M. Hayashi. 1976. A review of the chromosome numbers in fishes. *La Kromosome*, II(1) : 19-47.
- Ueno, K. and B. Arimoto. 1982. Induction of triploid in *Rhodeus ocellatus ocellatus* by cold shock treatment of fertilized eggs. *Experimentia*, 38 : 544-546.
- Ueno, K. 1984. Induction of triploid carp and their haematological characteristics. *Jpn. Genet.*, 59 : 585-591.
- 上野紘一. 1988. “同質倍體數”. 水産學シリーズ75. 水産増養殖と染色体操作(鈴木 亮 編). 70-81. 恒星社厚生閣, 東京.
- 上野紘一, 1989. 魚類のゲノム操作—その水産増養殖への應用. ニューアグリバイオビジョ
ス戦略實務資料集, 2(1) : 169-181.
- Valenti, R. J. 1975. Induced polyploidy in *Tilapia aurea* (Steindachner) by means of Temperature shock treatment. *J. Fish Biol.*, 7 : 519-528.
- Wolters, G. W. and G. Hulata. 1983. Applied genetics of tilapias. pp. 1-25. In : *ICLALM Studies and reviews 6, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manilla.*
- Wolters, W. R., G. S. Libey and C. L. Chirsman, 1981. Induction of triploidy in channel catfish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 110 : 310-312.

謝 辭

그동안 많은 助言과 指導를 하여 주셨던 盧 暹 교수님께 깊은 感謝를 드리며, 論文을 심사하여 주신 李定宰 교수님, 卞忠圭 교수님께도 感謝를 드립니다. 아울러, 평소 어려움이 있을 때마다 도움을 주시고 學問的 熱情을 일깨워 주신 李祺完 교수님, 그의 水産生物學科 여러 교수님께 감사드립니다.

부족한 저를 받아 주어 두학기동안 指導하여 주셨던 釜山水産大學校 趙載潤 교수님께 感謝를 드리며, 論文 작성시 도움을 준 濟州大學校 海洋研究所 李榮敦 후배에게도 感謝를 드립니다.

學問의 길로 이끌어 주시고, 용기를 주신 統營水産專門大學 權堉燮 교수님, 金武翔 교수님, 趙昌煥 교수님, 金龍述 교수님께 感謝를 드리며, 늘 격려와 관심을 가져 주신 釜山水産大學校 李原在 교수님, 統營水産專門大學 成大煥 교수님, 陣祥大 교수님, 姜石中 교수님, 濟州大學校 楊城基 교수님 그리고, 양진수산 朴鍾南 사장님께도 感謝드립니다.

공부하는 동안 배려를 하여 주신 鎭海內水面研究所 金鍾斗 소장님, 許宗秀 前 소장님께 感謝를 드리며, 實驗 課程에 많은 助言과 도움을 준 魚類育種研究室의 金應五 선배님, 그의 職員 여러분에게 感謝를 드립니다.

사랑과 忍耐로서 보살피 주신 부모님, 형제, 친구들, 한 가족처럼 돌보아 주신 同棲내외분께 감사드리며, 밝은 마음으로 힘이 되어준 아내, 꼬마 昊政이와 기쁨을 함께 하고 싶고, 感謝한 모든 분들께 學問에 더욱 더 精進할 것을 다짐합니다.