

BSPE 00246-456-3

참돔, *Pagrus major* 의 性分化에 關한
電子顯微鏡的 研究

Electron Microscopical Studies of
Sex Differentiation in Red Sea
Bream, *Pagrus major*

1992. 6.

韓國海洋研究所

提 出 文

한국해양연구소장 귀하

본 보고서를 “참돔, *Pagrus major*의 성분화에 관한 전자현미경적 연구”의 보고서로 제출합니다.

1992. 6.

한국해양연구소

연구책임자 : 김 종 만

김 형 배

연구 조원 : 최 희 정

要 約 文

I. 題 目

참돔, *Pagrus major*의 성분화에 관한 전자현미경적 연구

II. 研究開發의 目的 및 重要性

어류의 성분화 연구는 생산성 향상에 목적을 두고 행하여지는 유전·육종학적 연구의 기초연구이다. 이러한 연구는 어류의 재생산력을 조절하고 극대화시키는 연구와 연계되어 있다.

성분화 연구를 위해서는 생식소 및 생식관련기관의 조직·세포학적 조사와 더불어 관련 내분비체계의 연구가 필요하다.

본 연구는 광학 및 전자현미경을 사용하여 참돔 생식소를 대상으로 성분화를 조사하였다.

III. 研究開發의 內容 및 範圍

본 研究는 참돔, *Pagrus major*의 性分化를 파악하기 위하여 성장, 生殖巢分化 및 발달에 따른 生殖巢의 形態學的 構造, 性分化 및 生殖巢발달을 光學顯微鏡 및 電子顯微鏡的 方法에 의해 관찰하였고 성장에 따른 生殖巢의 雌雄分化相을 조사하였다.

材料는 1987년 7월에서 1989년 3월까지 경남 통영군 산양면의 種苗培養場 및 가두리養殖場에서 飼育한 것을 대상으로 하였다.

IV. 研究開發의 結果 및 活用に 대한 建議

結 果

1. 成 長

孵化直後 1.9mm였던 仔魚는 孵化後 47일경 19mm전후로 성장하며 初期成長期 仔稚魚들의 전장과 체중과의 관계는 $BW=4.45 \times 10^{-6} TL^{3.4718}$, $r=0.9820$ 이었다. 해상가 두리의 飼育개체는 最大魚 전장 28.4cm까지 성장한 개체를 사용하였고 이들개체의 전장과 체중과의 관계는 $BW=2.36 \times 10^{-2} TL^{2.9180}$, $r=0.9971$ 이었다.

2. 生殖巢 分化 및 發達에 따른 形態學的 構造

未分化된 참돔의 生殖巢부위는 生殖巢와 脂肪體로 구성되어 있으며 分化가 진행되어 生殖巢가 비후됨에 따라 脂肪體는 점점 수축되어 갔다.

3. 成分化

孵化後 6개월의 未分化期까지 발달한 生殖巢 부위는 生殖巢와 棍棒狀의 脂肪體로 구성되었다. 이들 生殖巢는 미세한 반투명상으로 生殖原細胞를 구별할 수 없는 미 발달상태를 유지하고 있다.

孵化後 7개월부터 生殖巢 上皮組織의 발달로 生殖上皮를 식별할 수 있었다.

孵化後 8개월 生殖巢는 卵原細胞의 발달로 性分化가 시작되었다.

이후 9개월 生殖巢 内腔上皮 전체에 初期卵母細胞들이 발달하고 이들 卵母細胞들의 증가로 生殖巢内腔은 卵巢腔을 이룬다.

孵化後 13개월 卵母細胞는 生殖巢전체를 채우게 되고 곧 卵母細胞들의 細胞質崩壞가 시작된다.

이후 生殖巢는 空胞狀組織을 가지고 内腔쪽에 극히 위축된 卵母細胞들이 위치한다. 15개월부터는 卵巢腔을 중심으로 새로운 初期卵母細胞들이 발달하여 卵巢組織으로 된다. 그리고 空胞狀組織은 精原細胞들이 分裂·增殖하여 精巢組織을 이루게 된다.

이후 이들은 生殖巢雌雄同體期를 지나 암·수로 性이 결정된다.

이상의 결과를 종합하면 참돔은 幼時雌雄同體 juvenile hermaphrodite이고 未分化雌雄異體 硬骨魚類 undifferentiated gonochoristic teleost이었다.

4. 生殖巢의 性分化相

生殖巢 雌雄分化相은 未分化期, 類似卵原胞期, 類似卵巢期, 卵巢發達期, 精巢型雌雄同體期, 卵巢型雌雄同體期 및 精巢發達期로 구분되었다.

未分化期 生殖巢는 孵化後부터 13개월, 전장 18cm까지 지속되었으며, 類似卵原細胞期는 孵化後 7~13개월, 전장 11~18cm까지 지속되었다.

類似卵巢期는 孵化 10~14개월, 전장 14~26cm까지 이며, 卵巢發達期는 孵化後 14개월, 전장 20cm부터 시작되었다.

조사가 끝난 孵化後 20개월에는 전 조사개체의 44%가 卵巢였다. 卵巢型雌雄同體期는 孵化後 15개월, 전장 19~20cm부터 출현하며, 孵化後 20개월, 전장 28~29cm에서는 관찰되지 않았다.

精巢型雌雄同體는 孵化後 15개월, 전장 21~22cm에서 첫 출현한 후 20개월까지 지속되었다.

精巢發達期는 孵化後 15개월, 전장 21~22cm에서 첫 출현한 후 20개월의 39%, 전장 28~29cm의 33%를 차지하였다.

50% 이상의 成分化發現은 孵化後 11개월, 전장 16cm부터였다. 性決定은 암컷이 孵化後 14개월, 전장 20cm, 수컷이 孵化後 15개월, 전장 20cm에 시작되었다. 50% 이상의 性決定은 孵化後 17개월, 전장 23cm에 일어났다.

SUMMARY

I. Title of study

Electron microscopical studies of sex differentiation in red sea bream, *Pagrus major*

II. Significance and objectives of the study

Sex differentiation of fish is a primary study of genetics and selective breeding on the basis of increasing the aquacultural productivity.

The study is closely linked with controlling and maximizing the reproductive activity of fish. For the study of sex differentiation, histological and cytological research need to investigate with endocrinological mechanism.

As this study of sex differentiation, the gonad of red sea bream is investigated by light and electron microscope.

III. Scope for the study

To study sex differentiation of red sea bream, *Pagrus major*, this research investigate according to light and electron microscope, growth, sex differentiation, morphological structure of gonad by development, gonadal differentiation and development. And it investigate male and female differentiation type of gonad by growth.

From July, 1987 to March, 1989 this material is cultured in hatchery and cage culture of Sanyang-myon, Tongyoung-gun, Kyung Nam.

IV. Results and suggestions

Results

1. Growth

1.9mm larvae after hatching grow about 19mm larvae for 47 days. The relationship between the total length and body weight of larvae and juveniles is $BW=4.45 \times 10^{-6} TL^{3.4718}$, $r=0.9820$.

Fishes in cage culture grow to maximum total length 28.4cm. The relationship between the total length and body weight of these fishes is $BW=2.36 \times 10^{-2} TL^{2.9180}$, $r=0.9971$.

2. Morphological structure of gonadal differentiation and development

Undifferentiated gonadal part of red sea bream consist gonad and fat body. As differentiation is going on and gonad is growing, fat body shrinks.

3. Sex differentiation

Gonadal part that developed by indifferentiation period for 6months after hatching is made as gonad and fat body. these gonad are thin semi-transparent and underdevelop with undistinguished germ cell.

Germinal epithelium is distinguished by development of gonad epithelial tissue from 7months after hatching. Sex differentiation is begun by oogonia development at 8months after hatching.

Primary oocytes grow over germinal epithelium of gonadal cavity, at 9months after hatching, gonadal cavity become ovarian cavity as they are increasing.

As soon as oocytes at 13months after hatching are filled with the whole part of gonad, degeneration of oocyte is begun. And then, gonad has cavity tissue, a small number of oocyte are located in gonadal cavity.

At 15 months after hatching, new primary oocyte develop and consist of ovarian tissue in the central of ovarian cavity. Spermatogonia multiply and cavity tissue consist of testicular tissue.

There gonad become hermaphrodite and then determine the sex of female and male.

These results show the red sea bream is juvenile hermaphrodite and undifferentiated gonochoristic teleost.

4. Sex differentiatonal phase of gonad

Male and female differentiation type of gonad is divided in undifferentiation stage, oogonia-like stage, ovary-like stage, ovary development stage, hermaphroditic testis stage, hermaphroditic ovary stage, and testis development stage.

Undifferentiation stage is continued total length 18cm at 13 months after hatching.

Oogonia-like stage is continued total length 11~18cm at 7~13 months after hatching.

Ovary-like stage is continued total length 14~26cm at 10~14 months after hatching.

Ovary development stage begins from total length 20cm. 14 months after hatching.

At 20 months after hatching, 44 percent of total sampled individuals had ovary.

Hermaphroditic ovary stage first begins total length 19~20cm at 15 months after hatching, but it is not observed total length 28~29cm at 20 months after hatching.

Hermaphroditic testis stage first begins total length 21~22cm at 20 months after hatching and is continued for 20 months.

Testis development stage first begins total length 20~21cm at 20 months after hatching, and is occupied 33 percent total length 28~29cm, 39 percent of 20 months.

The beginning of sex differentiation more than 50 percent is from total length 16cm at 11 months after hatching.

Sex determination begins total length 20cm, 14months after hatching in female and total length 20cm, 15months after hatching in male.

Sex determination more than 50 percent begins total length 23cm, 17months after hatching.

目 次

表目次	15
그림目次	17
畫報目次	19
I. 緒 論	25
II. 材料 및 方法	27
III. 結 果	29
1. 成 長	29
2. 生殖巢 分化 및 發達에 따른 形態學的 構造	29
3. 性 分 化	34
가. 光學顯微鏡的 觀察	34
1) 未分化期	34
2) 生殖巢分化期	35
3) 性決定期	37
나. 電子顯微鏡的 觀察	37

4. 生殖巢의 性分化相	39
가. 未分化期	42
나. 類似卵原細胞期	42
다. 類似卵巢期	42
라. 卵巢發達期	43
마. 卵巢型雌雄同體期	43
바. 精巢型雌雄同體期	44
사. 精巢發達期	44
IV. 考 察	45
文 獻	49
畫 報	53

Contents

List of Tables	15
List of Figures	17
List of Plates	19
Chapter I. Introduction	25
Chapter II. Materials and Methods	27
Chapter III. Results	29
Section 1. Growth	29
Section 2. Morphological structure of gonadal differentiation and development ...	29
Section 3. Sex differentiation	34
A. Observation of light microscope	34
1) Indifferentiated period	34
2) Gonadal differentiated period	35
3) Sex determined period	37
B. Observation of electron microscope	37

Section 4. Sex differentional phase of gonad	39
A. Indifferentional phase	42
B. Oogonia-like phase	42
C. Ovary-like phase	42
D. Ovary developmental phase	43
E. Ovary type hermaphroditic phase	43
F. Testis type hermaphroditic phase	44
G. Testis developmental phase	44
References	49
Plates	53

List of Table

〈표 목 차〉

Table 1. Comparsion between gonad length and total length of red sea bream on ages(month)	30
--	----

List of Figures

〈그림목차〉

- Fig. 1. Illustrations of external features of the differentiating gonad and accessory fat body in red sea bream. 31
- Fig. 2. Illustrations of external features and cross sections of the bisexual gonad in red sea bream. 33
- Fig. 3. Process of sex differentiation and sex determination in red sea bream on month after hatching. 40
- Fig. 4. Process of sex differentiation and sex determination in red sea bream on total length. 41

List of Plates

〈화보목차〉

[Plate I - 1] Early growth of red sea bream.	54
[Plate I - 2] Newly hatched red sea bream.	54
[Plate I - 3] Cross section of newly hatched red sea bream.	54
[Plate I - 4] Cross section of red sea bream, 2 days after hatching.	54
[Plate II - 1] Cross section of abdominal region of red sea bream, 3 days after hatching.	56
[Plate II - 2] Cross section of abdominal region of red sea bream, 6 days after hatching.	56
[Plate II - 3] Cross section of abdominal region of red sea bream, 8 days after hatching.	56
[Plate II - 4] Magnification of yolk like-cell of Plate III-3.	56
[Plate III - 1] Cross section of abdominal region of red sea bream, 15 days after hatching.	58
[Plate III - 2] Cross section abdominal region of red sea bream, 33 days after hatching.	58
[Plate III - 3] Cross section abdominal region of red sea bream, 6 months after hatching.	58

[Plate III-4] Cross section of fat body of gonadal region of red sea bream 6 months after hatching.	58
[Plate IV-1] Recognized lipid in fat body of gonadal region of red sea bream by sudan III stain.	60
[Plate IV-2] Section of gonad of red sea bream, 6 months after hatching. ...	60
[Plate IV-3] Cross section of gonad of red sea bream, 7 months after hatching, 112mm in TL.	60
[Plate IV-4] Cross section of gonad of red sea bream, 8 months after hatching.	60
[Plate V-1] Magnification of Plate V-4 showing the oogonia in surface of geminal epithelium.	62
[Plate V-2] Showing the oogonia in most part of gonad of red sea bream.	62
[Plate V-3] Early oocyte present in surface of germinal epithelium of red sea bream.	62
[Plate V-4] Development of simple cuboidal epithelium in the gonad of red sea bream.	62
[Plate VI-1] Section of gonad of red sea bream, the section showing blood vessel and oocyte.	64
[Plate VI-2] Section of gonad of red sea bream, denote the basophilic cytoplasm in oocyte.	64
[Plate VI-3] Cross section of gonad of red sea bream, 12 months after hatching.	64

[Plate VI-4] Section of gonad of red sea bream, denote the early oocyte at dosal part in germinal epithelium.	64
[Plate VII-1] Section of gonad of red sea bream, denote the early oocyte at abdominal part in germinal epithelium.	66
[Plate VII-2] Oocyte pile up the cavity of gonad of red sea bream and formation of ovarian cavity.	66
[Plate VII-3] Section of gonad of red sea bream, 13 months after hatching denote the degenerationg oocyte.	66
[Plate VII-4] Section of gonad of red sea bream, note increasing the cavity after degeneration of oocyte.	66
[Plate VIII-1] Section of gonad of red sea bream, 14 months after hatching.	68
[Plate VIII-2] Section of gonad of red sea bream, 15 months after hatching. Oocyte reappear along the ovarian cavity.	68
[Plate VIII-3] Section of gonad of red sea bream, denote the apperance of spermatogonia.	68
[Plate VIII-4] Section of gonad of red sea bream, denote rearrangement of overian part and development of testicular part.	68
[Plate IX-1] Section of gonad of red sea bream, 16 months after hatching. Showing the young hermaphroditic gonad.	70
[Plate IX-2] Testis of red sea bream, contains degeneration oocyte.	70
[Plate IX-3] Ovary contains of red sea bream, degenerating testicular part. ...	70

(Plate IX-4) Development of ovary of red sea bream, after sex determination. Denote the several nucleolus within the nucleus of oocyte.	70
(Plate X-1) Electron micrograph of undifferentiated premodial germ cell of red sea bream, note the cell contains large nucleus.	72
(Plate X-2) Electron micrograph of undifferentiated premodial germ cell, note the Golgi apparatus in cytoplasm.	72
(Plate X-3) Electron micrograph of germ cell of red sea bream, the section showing scattered mitochondria and endoplasmic reticulum in cytoplasm.	72
(Plate X-4) Electron micrograph showing the condensation of nucleus of red sea bream.	72
(Plate XI-1) Electron micrograph showing the developed reticular gland cell of red sea bream.	74
(Plate XI-2) Electron micrograph showing the developed granular gland cell.	74
(Plate XI-3) Electron micrograph of early oocyte of red sea bream, note the free ribosomic cytoplasm.	74
(Plate XI-4) Magnification of Plate XII-4, note the nucleus materials near the nuclear membrane.	74
(Plate XII-1) Electron micrograph of oocyte, of red sea bream, note the mitochondrial cloud in cytoplasm.	76
(Plate XII-2) Magnification of Plate XIII-1, note the mitochondrial cloud and nuclear pore.	76

[Plate XII-3] Electron micrograph of oocyte of red sea bream, note the criste of mitochondria breakdown.	76
[Plate XII-4] Electron micrograph of spermatogonium, note the weel developed cell organelle.	76
[Plate XIII-1] Electron micrograph of spermatocyte of red sea bream, note the increase of mitochndrial and endoplasmic reticulum.	78
[Plate XIII-2] Electron micrograph of spermatocyte of red sea bream.	78
[Plate XIII-3] Eletron micrograph of spermatocyte of red sea bream, just before spermiogenesis.	78
[Plate XIII-4] Electron micrograph of spermatocyte of red sea bream, mitochondria moved under the nucleus.	78
[Plate XIV-1] Electron micrograph of spermatocyte of red sea bream, note the sertoli cell, large motichondrial and endoplasmic reticulum.	80
[Plate XIV-2] Electron micrograph of spermatocyte of red sea bream, note the formation of tail.	80
[Plate XIV-3] Electron micrograph of spermatocyte of red sea bream.	80
[Plate XIV-4] Electron micrograph of axoneme for ripe spermatiozea of red sea bream.	80

I. 緒 論

魚類의 性分化에 관한 연구는 Yamamoto(1969)가 종래의 단편적 연구들을 모아 체계화시킨 이후 비교적 활발히 연구되어 오고 있다.

藤井(1974)는 농어目 양태科 魚類 中 *Cociella crocodila*(青山 等, 1963)의 性轉換에 대한 연구, 비늘양태屬인 *Onigocia macrolepis*(藤井, 1970)와 *Kumococius detrusus* and *Inegocia japonica*(Fujii, 1971)의 性轉換과 雌雄同體에 관한 연구등을 모아 이들의 種的分화와 性分化樣式의 變異를 종합보고하였다.

淡水産魚類에 대한 초기 연구로는 틸라피아類인 *Tilapia mossambica*(Takahashi, 1973)의 生殖巢分化 연구를 바탕으로한 雄性호르몬 경구투여효과(Nakamura, 1975)가 보고되어 있고, *Tilapia zilli*(Yoshikawa and Oguri, 1978)의 性分化에 대한 연구 등이 보고되었다.

이외 Zebrafish, *Brachydanio rerio*(Takahashi, 1977)에 대해서 性分化과정 중의 幼時雌雄同體(juvenile hermaphrodite)현상이 보고되고 있으며 자리돔類 흰동가리屬인 *Amphiprion* spp.(Moyer and Nakazone, 1978)의 6종에 대한 雄性先熟雌雄同體現像이 조사되었다. 또한 놀래기科 魚類 5種의 性轉換과 産卵行動에 관한 연구(中國, 1979)에서 이들의 性分化樣相을 간략하게 언급하고 있다.

1980년대 초에는 잉어 *Cyprinus carpio*(Davies and Takashima, 1980), 무지개송어 *Salmo gairdneri*(Takashima at al. 1980), 큰가시고기 *Gasterosteus aculeatus*(清水·高橋, 1980) 등의 性分化가 보고되었고 이어서 농어科 魚類인 *Serranus hepatus*(Brusle, 1983), 유럽産 뱀장어 *Anguilla anguilla*(Colombo, 1984) 등의 性分化에 관한 연구가 보고되고 있다. 이와 함께 高橋(1981)의 魚類性분화와 性轉換에 대하여, 陵島·会田(1984)가

魚類의 性分化和 호르몬에 대해 상세히 기술함으로서 이 연구에 대한 관심이 급증되고 있다.

최근에는 魚類의 性分化연구를 산업적으로 응용하기 위하여 Tanaka(1978, 1988)가 넙치 性分化에 관한 연구와 넙치성분화에 미치는 17β -estradiol의 영향에 관한 연구를 실시하여 넙치의 호르몬 처리에 의한 全雄性化 가능성에 대해 보고하고 있다.

우리나라에서도 최근 (김 등, 1988)에 와서 魚類의 性分化에 대한 연구가 시도되고 있으나 본격적인 연구는 이루어지지 않고 있다.

본 연구는 현재 海産養殖魚種으로 크게 각광을 받고 있고 복잡한 雌雄同體 현상을 보이는 돔과(Sparidae)에 속하는 (Yamamoto, 1969) 참돔 *Pagrus major*을 대상으로 孵化仔魚에서부터 생물학적 최소형의 성체에 이르기까지 性分化過程을 組織學的으로 조사·규명함으로써, 어류의 種苗生産 및 人工的 性轉換 기법에 응용하기 위한 기초자료를 제공코저 하였다.

II. 材料 및 方法

본 실험에서 사용된 참돔의 孵化仔稚魚 및 親魚는 경남 통영군 산양면 달아부락에 위치한 種苗生産場과 가두리 養殖場에서 사육하면서 연속 채집된 것이다. 初期 孵化仔魚 및 稚魚는 孵化直後부터 실내 15m³ 水槽에 飼育중인 仔魚를 1~3日 간격으로 每回 20~30마리씩 채취하였다. 計測用 材料는 20~50ppm ethyl-aminobenzonate에 마취후 중성 formalin에 전체 固定하여 사용하였고, 組織觀察用 재료는 채집즉시 얼음으로 마취하여 4℃ 전후의 Bouin액에 역시 전체 固定하였다. 後期 仔魚 및 稚魚와 成魚는 孵化後 약 2개월 뒤에 옮겨진 해상가두리에서 養成中인 것을 매일 중순에 30~40마리씩 채집하여 計測後 觀察 部位별로 Bouin액에 固定하였다.

光學顯微鏡的 관찰을 위해 이들을 paraffin 切片法으로 종단 및 횡단하여 5~7 μ m의 連續切片을 만들어 Hansen's haematoxyline-eosin 二重染色 및 Mallory染色을 실시하였다.

飼育環境水는 최고·최저 수온계, 비중계, DO meter, pH meter로 1日 2~4回 측정하였다.

稚仔魚 生産時의 飼育環境은 水溫이 18.6~24.5℃ 범위였고 비중은 1.022~1.025, 용존산소 6.7~7.5mg/l(포화율 70~80%), pH는 7.5~8.4의 변화를 나타내었고 해상가두리 사육시의 수온은 9.1~24.1℃ 범위였다.

반복실험한 初期飼育時 飼育環境中 수온은 17.3~19.4, 비중 1.024~1.027, 용존산소 6.3~8.1mg/l의 변화를 보였다.

透過型 電子顯微鏡的 組織標本製作은 2.5% glutaraldehyde-2% paraformaldehyde(0.1M cacodylate buffer, pH 7.5)로 前固定한 후 10% sucrose in 0.1M cacodylate butter(pH

7.5)로 약 10분간 충분히 세척하고 2% osmium tetroxide와 0.2M cacodylate 1:1 용액에서 90분간 後固定시켰다. 다시 동일 완충용액(0.2M cacodylate)으로 세척한 후 재료는 ethanol로 탈수후 propylene oxide로 치환하고 Epon-Araldite 혼합액에 包埋하였다. 包埋된 조직은 ultramicrotome(LKB)으로 semi-section 및 染色切片을 제작하였다. semi-section 표본은 toluidine blue로 염색하였으며, 銀色切片은 uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색하여 JEM 100 CX-II형 전자현미경으로 80kv에서 관찰하였다.

III. 結 果

1. 成 長

卵化直後の仔魚는 평균 전장이 1.9mm였으며, 부화후 6일후에는 3.0~3.6mm이고 18일 5.6~7.4mm, 24일 8.8mm 전후, 47일경에는 19mm 전후이었다(Pl. 1-1). 初期成長期 仔稚魚들의 全長과 體重과의 관계는 $BW=4.45 \times 10^{-6} TL^{3.4718}$, $r=0.9820$ 으로서 孵化後 全長 2mm일 때 체중 0.1mg이던 것이 孵化後 한달 경과한 全長 10mm일 때 체중 11~15mg으로 증가하고 20mm에서 140~150mg이었다.

부화후 2개월 경 이들 개체들을 해상 가두리로 옮겨 사육하였으며 부화후 75일에 6.0cm이었고, 6개월 11.5cm, 8개월 13.6cm, 17개월 25.4cm이었으며 최대어는 전장 28.4cm 이었다. 이들 初期飼育個體들의 체장과 체중간의 관계는 $BW=2.36 \times 10^{-2} TL^{2.9180}$ 으로서 전장 6.0cm일 때 3.5g, 10.0cm일 때 21g, 20.0cm일 때 145g이었으며, 최대중량은 전장 27.5cm일 때 400g이었다.

2. 生殖巢 分化 및 發達에 따른 形態學的 構造

전장 10.0cm 이하의 개체들은 이들 生殖巢가 투명·세장되어 解剖學的 分離가 어려웠으며, 孵化後 7개월 경과한 개체들 중 全長 12.0cm전후 부터 生殖巢의 길이 측정이 가능했다(Table 1). 이 때의 生殖巢 길이는 부속지방체까지 합쳐서 3.2cm였다.

이들 初期 生殖巢는 혈관이 잘 발달된 한 쌍의 다소 큰 脂肪體와 이에 연결된 한 쌍의 가는 선상구조로 이루어져 있다(Fig. 1-1). 脂肪體와 生殖巢는 격벽으로 뚜렷이 구분되어 있으나 이에 분포된 혈관은 서로 연결되어 있다.

Table 1. Comparison between gonad length and total length of red sea bream on ages(month)

Number	Months after hatching	Total length(cm)*	Gonad length(cm)**	(n)
1	7	12.03± 0.27	2.30± 0.11	(10)
2	8	12.64± 0.33	3.60± 0.09	(10)
3	9	13.07± 0.35	4.07± 0.07	(10)
4	12	14.66± 0.27	5.15± 0.09	(10)
5	15	23.49± 0.39	6.08± 0.14	(10)
6	17	25.08± 0.28	6.50± 0.10	(10)
7	19	25.73± 0.38	6.86± 0.11	(10)

* mean ± standard error

** mean ± standard error(gonad and fat body)

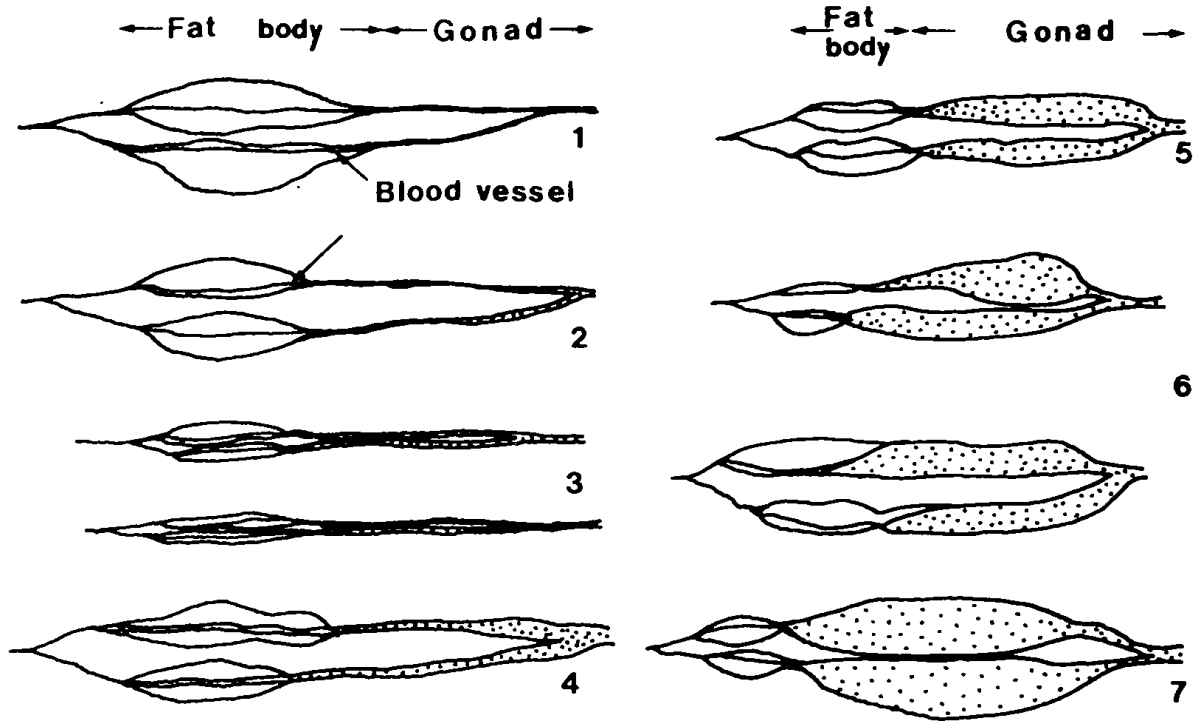


Fig. 1. Illustrations of external features of the differentiation gonad and accessory fat body in red sea bream, each numbers denote the number of the Table I.

이후 生殖巢는 脂肪體가 수축되고 생식소부위가 肥厚되기 시작한다(Fig. 1-2, 3).
孵化 9개월 이후 生殖巢는 肥厚는 점점 빨라지고, 孵化 12개월에는 全長 14.7cm일 때 생식소 길이 5cm 전후로 성장한다(Fig. 1-4).

전장 23.5cm일 때 生殖巢 길이는 6.1cm이며 生殖巢 부위가 脂肪體보다 비대해진다(Fig. 1-5). 이 시기에는 卵巢는 붉은색, 精巢는 유백색을 띠기 시작하여 외부관찰에 의한 卵巢, 精巢 및 兩性生殖巢의 판단이 가능해 진다. 生殖巢는 점점 성장하여 전장 25.1cm일 때 生殖巢 길이 6.5cm를 나타내고(Fig. 1-6), 孵化後 19개월에는 전장 25.7cm에 달하며 脂肪體는 크게 위축되어 전단에 조그맣게 자리한다(Fig. 1-7).

그리고 孵化後 15개월부터 兩性을 가진 生殖巢가 70% 가까이 출현하며, 이러한 生殖巢의 외부형태는 유백색과 붉은색이 혼재되어 나타난다.

兩性生殖巢의 형태(Fig. 2)는 精巢부위가 卵巢부위 보다 큰 것과 卵巢부위가 精巢부위보다 큰 것으로 대별할 수 있었다.

외형상 精巢부위는 일부에 불과하나, 횡단면에 나타난 精巢와 卵巢 부위의 개체에 따라 다양하게 나타났다(Fig. 2-1 a, b, c, d, e).

외형상 완전한 卵巢 부위이거나(Fig. 2-2 f), 精巢(Fig. g, h, i, k, l)인 부위의 횡단면에서도 각각 반대되는 부위가 많이 관찰되었다.

孵化後 16개월 이후, 兩性生殖巢는 점점 감소하여 孵化 20개월에는 난소부위가 위축된 精巢型 兩性生殖巢가 조사된 개체의 17.5%로 나타났다.

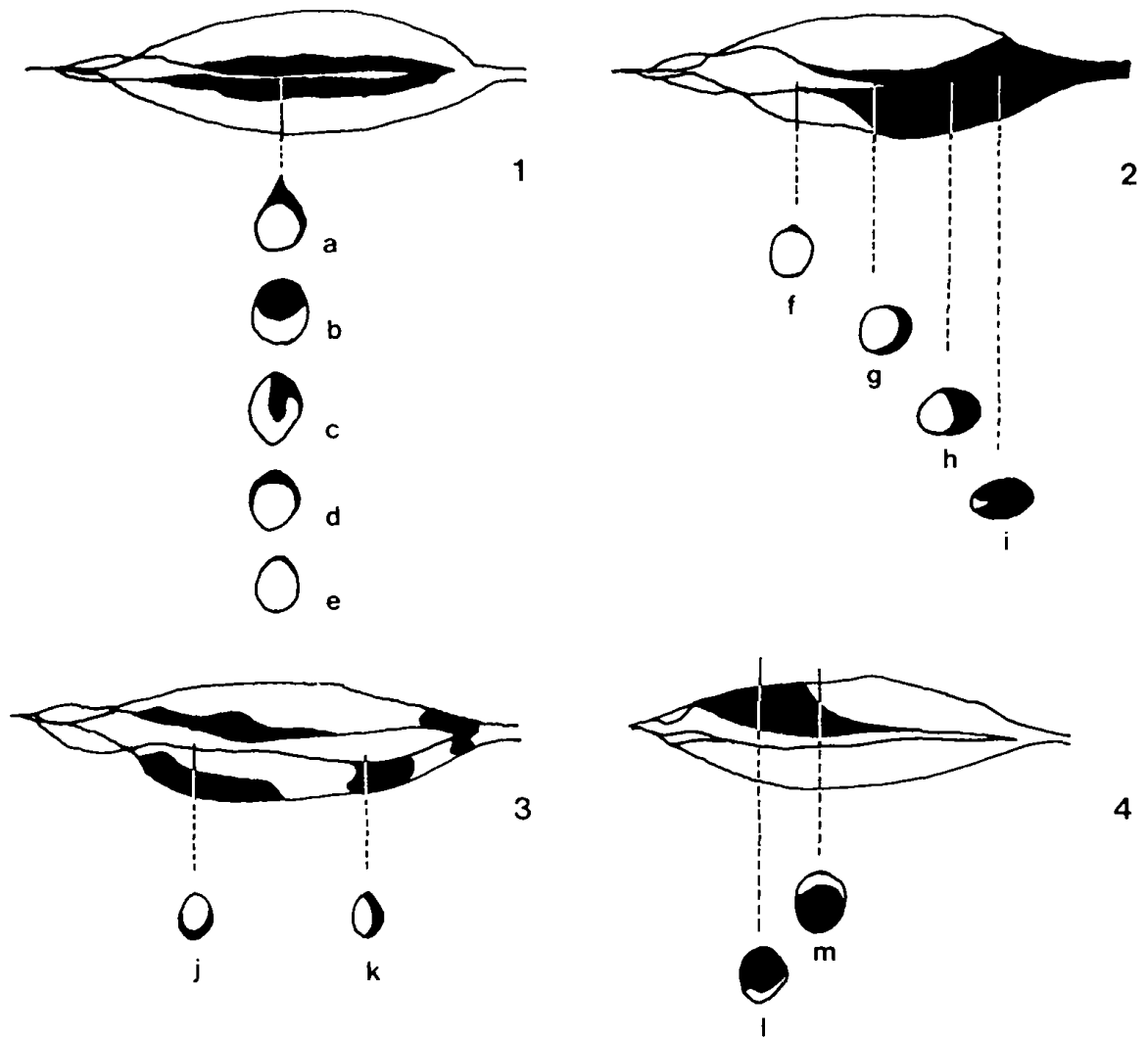


Fig. 2. Illustrations of external features and cross sections of the bisexual gonad in red sea bream, each numbers and letters denote several types of bisexual gonad ; ●, testicular part ; ○, ovarian part.

3. 性分化

가. 光學顯微鏡的觀察

1) 未分化期

孵化直後の仔魚는 한 개의 큰 卵黃과 그 상부에 몸통이 위치하고(Pl. I-2), 눈과 부레사이에 內臟部構成 原細胞들이 밀집·발달한다. 이 부분을 횡단하여 Mallory 三重染色하면 卵黃上部에 腸管의 위치에서 체강벽 내층에 세포가 집단으로 分裂·增殖하고 있음을 관찰할 수 있다(Pl. I-3). 脊髓, 脊索, 大動脈이 연직방향으로 놓여있고 腸의 腸間膜背基部和 背基部兩側에는 體細胞가 발달한다. 이 때 腸間膜左右血管을 중심으로 발달하는 細胞群은 aniline blue에 의해 푸르게 染色되는 好鹽基性細胞塊와 나머지 好酸性細胞塊들도 뚜렷이 分된다.

孵化 2일 후 卵黃吸收가 이루어지고 腸管 주위세포들 중 일부는 체벽 중앙하부로 이동되며 中腎의 형성이 식별되고, 腸管 背側上部에 또 다른 수 개의 細胞들이 위치한다(Pl. I-4).

孵化 3일 후 體腔背壁 側面部 細胞들은 腸管背側部 중앙혈관을 중심으로 發達하는 細胞들과 무리지어 分裂·增殖되어 간다(Pl. II-1).

孵化 6~7일에는 食道 後部 側面과 中腎 아래의 生殖巢 위치에는 卵黃狀細胞들과 體細胞集團이 함께 위치하고 있다(Pl. II-2).

孵化 8~9일에 生殖巢始原細胞集團은 흔적만 남고 존재해 있던 卵黃狀細胞들은 뚜렷한 單一核을 가지고 있다(Pl. II-4).

孵化 15~16일 경에는 이들 生殖巢始原細胞集團은 흔적만 남고 존재해 있던 卵黃狀細胞들은 體腔의 腹部쪽 여러 부위로 산재되어 나타난다(Pl. II-1).

孵化 30~35일 경에는 腹部體腔 全部位로 發達한 이들 卵黃狀細胞부위에는 空胞들이 출현하기 시작한다(Pl. III-2). 이 후 이들 난황상세포부위는 거의 全部位에 걸쳐 점점 空胞狀組織들로 대체된다(Pl. III-3). 이들 空胞狀組織들은 腹部體腔內에서

큰 변화없이 지속되다가 孵化後 6개월 평균전장 10.8cm전후가 되면 장차 生殖巢가 위치할 부위에 별도로 곤봉상의 공포상 조직집단이 분리되어 나타난다.(Pl. III-4). 이들 空胞狀組織들은 모두 Sudan III染色에서 짙은 갈색으로 염색되는 脂肪(Pl. IV-1)임이 판명되었다. 이후 이들 生殖巢部位에 미세한 반투명상의 管狀기관이 觀察되는데 이들 조직의 橫斷面과 從斷面에서 모두 生殖原細胞를 식별할 수 없는 미발달상태를 유지하고 있었다(Pl. IV-2).

2) 生殖巢分化期

孵化後 7개월 전장 평균 11.2cm전후일 때 비로소 소수의 개체에서 生殖巢의 구조가 식별되는데 이들 組織내에는 혈관이 잘 발달하고, 체세포들의 분열·증식이 왕성하게 일어나 비후되기 시작한다(Pl. IV-3). 또한 生殖巢 内腔에는 上皮組織의 발달로 生殖上皮를 식별할 수 있다.

孵化後 8개월이 되면 生殖巢의 内腔上皮는 더욱 비후되고 이들 上皮에서 소수의 生殖始原細胞를 식별할 수 있다(Pl. IV-4). 이후 内腔上皮的 生殖始原細胞들은 卵原細胞로 발달되면서 生殖巢分化가 시작된다(Pl. V-1).

이 때 이들 卵原細胞는 卵徑 $18 \times 25 \mu\text{m}$ 전후였다. 이들 卵原細胞 및 初期卵母細胞로의 분열은 孵化後 7~8개월되는 성장이 빠른 개체에서 첫 출현하였으며, 전장 14.0cm이상의 개체들에서는 과반수 이상이 관찰되었다.

孵化後 9개월된 개체의 生殖巢에서는 卵原 및 初期卵母細胞가 生殖上皮的 全部位에서 나타난다(Pl. V-2). 이 때의 생식소의 内腔上皮的 전부위에서는 初期卵母細胞들의 발달(Pl. V-3) 뿐 아니라 單層立方上皮로 구성된 생식상피의 뚜렷한 分化發達을 관찰할 수 있다(Pl. V-4).

이 후 生殖巢의 外벽 주변부를 따라 혈관이 더욱 풍부하게 발달하고, 内腔上皮에서 발달하던 卵母細胞들은 성장이 점점 진행되어 好鹽基性細胞質을 가진 卵母細胞가 출현하기 시작한다(Pl. VI-1). 이들 好鹽基性細胞質을 가진 어린 卵母細胞들의 크기는 $25 \times 30 \mu\text{m}$ 전후이다(Pl. VI-2).

孵化後 12개월되는 개체들의 生殖巢는 좀 더 비대되어졌고 외벽쪽에 큰 혈관 뿐 아니라 가는 毛細血管이 다수 발달하고 內腔生殖上皮에서는 보다 많은 어린 卵母細胞가 분포하고 있다(Pl. VI-3). 이 때 상피내측심층에는 卵徑이 30~40 μ m(Pl. VI-4)이고 上皮를 따라서는 卵徑 20~30 μ m의 다소 작은 卵母細胞들이 층상배열을 하고 있다(Pl. VII-1). 이들 卵母細胞들은 더욱 증가되면서 生殖巢가 비후되고 내강은 좁아져 卵巢腔의 형태를 이루어 간다(Pl. VII-1). 孵化後 13개월된 개체의 生殖巢 外壁은 풍부한 혈관을 내포한 筋纖維와 結締組織纖維로 구성된 外膜을 형성하고 이들 外膜에서 기원된 纖維性組織이 卵巢를 몇 개의 방으로 구획지우고 있다. 이때 卵母細胞들은 生殖巢 전체를 가득 채우게 되나 이 때 부터 卵母細胞들중 일부에 細胞質崩壞가 일어나며 退化되기 시작한다(Pl. VII-3). 이들 卵母細胞들의 퇴화속도는 빨리 진행되어(Pl. VII-4), 孵化後 14개월된 個體의 生殖巢는 대부분이 退化된 空胞狀組織을 갖게 되고 內腔쪽에 극히 위축된 小型卵母細胞들 조직만이 위치하게 된다(Pl. VIII-1). 곧이어 이들 空胞狀 退化組織은 內腔上皮로 새로운 新生組織으로 대체되어 孵化後 15개월경부터는 卵巢腔을 중심으로 새로운 初期卵母細胞들이 발달하기 시작하여 卵巢組織으로 된다(Pl. VIII-2). 또한 심층외벽부의 空胞狀組織 부위는 分泌膜組織의 형태를 이루며 精原細胞들이 分裂·增殖하면서 精巢組織을 이루게 된다(Pl. VIII-3).

이들 퇴화후 兩性生殖巢로 分化되는 시기에 調査個體의 약 반 수는 卵巢腔으로부터 발달해 온 新生組織이 전체로 발달해 生殖巢는 완전한 卵巢로 分化되었고 소수개체에서는 卵巢腔上皮쪽의 卵巢組織이 완전히 退化하여 완전한 精巢로 分化되는 경우가 관찰되었다.

兩性分化生殖巢의 경우 卵巢部位가 먼저 재정비되어 卵巢腔을 중심으로 卵原 및 卵母細胞가 잘 발달되나 精巢部位의 발달은 이들 卵巢組織에 비해 늦게 일어난다(Pl. VIII-4). 그러나, 孵化後 16~17개월된 개체들에 있어서 雌雄同體型 生殖巢의 卵

巢組織에서는 일부 卵母細胞들만이 中期 및 後期成長期 卵母細胞段階까지 발달하나, 精巢組織에서는 精母細胞, 精細胞, 精子로의 발달이 일어나 성숙은 卵巢에서 보다 빨리 일어난다(Pl. IX-1). 그리고 卵巢腔과 인접한 輸精管에는 변태된 精子들로 가득차는 것이 조사된 대부분의 雌雄同體生殖巢를 가지는 未成魚期の 雌雄同體生殖巢에서 관찰되었다.

3) 性決定期

雌雄同體 生殖巢는 발달함에 따라 각 精巢小葉 및 輸精管 전체가 변태된 精子로 가득 채워지고 卵巢를 이루는 組織은 거의 퇴화하여 內腔上皮 일부에 소수의 卵母細胞가 잔존하는 精巢型生殖巢(Pl. IX-2)와 반대로 生殖巢의 대부분이 전형적인 卵巢組織으로 分化되고 生殖巢의 양측 끝에 空胞化된 잔존精巢組織을 가지는 卵巢型生殖巢(Pl. IX-3)의 형태를 가진 개체들로 구분되어진다.

이들 精巢와 卵巢로 구분되는 암수가 결정되는 개체들은 孵化後 14개월째부터 나타나는데 卵巢型生殖巢가 다소 일찍 分化되고 있다. 17개월에는 조사개체중 59%에서 암·수로의 性決定이 일어난다.

性決定이 완료된 卵巢는 초기성장중인 卵母細胞로 가득채워져 있다. 生殖上皮위에는 卵原細胞들의 分裂·增殖이 일어나고 있고 卵巢腔을 향해 上皮上에 細胞質을 연결한 卵母細胞들이 성장하고 있다. 이들 卵母細胞들은 半徑이 40~50 μ m의 크기로 細胞質은 강한 鹽基性反應을 나타내며, 커다란 배포상의 核内에는 核膜을 따라 다수의 分散仁이 배열되어 있다. 이 때부터 단층의 엷은 濾胞細胞들이 이들 卵母細胞를 싸고 발달해온다(Pl. IX-4).

나. 電子顯微鏡的 觀察

부화후 10개월 경과한 개체중 생식소의 肥厚가 시작되고 未分化된 原生殖細胞는 細胞質内에 큰 核을 가지며 細胞質은 빈약하며 核質의 電子密度 또한 비교적 낮다. 纖維性 細胞가 많이 출현하고 分泌性 細胞 또한 관찰되며, 原生殖細胞 주위에는

미발달한 間充細胞가 싸고 있고 그 크기는 $6\mu\text{m}$ 전후이다(Pl. X-1). 이후 분화가 시작되면 原生殖細胞는 細胞質이 잘 발달되어 골기체가 다수 출현하고 세포질 상에 물질 축적이 이루어짐을 볼 수 있다(Pl. X-2). 물질 이동이 끝난 이들 세포질에는 미토콘드리아와 小胞體 등이 산재되어 나타나며(Pl. X-3), 이후 미토콘드리아의 수가 증가하며 핵 내의 전자밀도도 증가하여 染色質의 증가가 이루어져 핵의 응축이 시작된다(Pl. X-4). 이 시기에는 空胞形 分泌性 細胞(Pl. XI-1)와 顆粒形 分泌性 細胞(Pl. XI-2)가 다량 출현하고 있다.

卵徑 $20\times 28\mu\text{m}$ 크기의 初期卵母細胞는 細胞質의 전자밀도가 核膜周邊을 따라 높아지며 遊離 리보솜이 세포질 전체에 증가하고 있다. 核質의 전자 밀도는 크게 변화가 없으나 核小體가 여러 개로 분체를 이루어 핵막을 따라 배열하고 있다(Pl. XI-3). 또한 核物質이 核膜 外線部를 따라 세포질상에 유리되어 있다(Pl. XI-4).

卵母細胞가 $30\times 40\mu\text{m}$ 크기로 성장함에 따라 핵바깥 주변을 따라 세포질상에 미토콘드리아괴가 생기면(Pl. XII-1) 미토콘드리아는 판상 cristae를 가지고 核孔이 관찰된다(Pl. XII-2).

$40\mu\text{m}$ 이상 성장한 卵母細胞들은 성장함에 따라 곧 미토콘드리아의 cristae가 파괴되며 세포질 전체에서 붕괴가 일어나 空胞狀을 이루게 된다(Pl. XII-3).

精巢로의 發達이 일어나는 後期 生殖巢에서 精原細胞의 핵은 균질화되어 있으며 근섬유성 세포들에 둘러싸여 있고 세포질의 양은 적으나 세포 기관들이 잘 발달되어 있다(Pl. XII-4). 精原細胞에서 精母細胞로 성장하게 되면 細胞質의 전자밀도는 극히 낮아지는 반면 미토콘드리아와 小胞體의 수가 훨씬 증가하여 成熟分裂을 시작해서 핵내 染色體들은 複絲期(Pl. XIII-1)를 나타내고 있다. 成熟分裂을 완료하게 되면 세포질과 핵질이 응축되기 시작하여 핵질의 전자밀도가 높아 진다(Pl. XIII-2). 곧 이어 핵질과 세포질이 모두 응축되어 변태되기 시작한다(Pl. XIII-3). 핵은 장축 방향으로 응축되며, 세포질내 미토콘드리아의 일부가 핵의 후방으로 이동한다(Pl.

XIII-4). 변태되어가는 精子를 가진 精巢小葉의 기저막상에는 Sertoli세포가 뚜렷하게 나타나며 이들 세포는 불규칙한 핵을 가지며 세포질에는 intra-mitochondrial granule을 함유하는 대형 미토콘드리아와 小胞體들이 잘 발달되어 있다(Pl. XIV-1).

한편 핵질이 완전히 응축되면 핵후단에 편모를 싸는 구형의 미토콘드리아가 자리잡고, 대부분의 세포질과 여분의 미토콘드리아를 비롯한 커다란 골기체여분물질 등이 精子로부터 분리되어 자체 흡수되어 간다(Pl. XIV-2).

완성된 精子는 핵내 중심부에 후방으로부터 합입된 鞭毛 軸絲가 자리잡고 있다. 핵의 후단부에 빈약한 구형의 미토콘드리아가 軸絲를 싸고 자리잡으며 미토콘드리아 鞘를 식별할 수 있으나 핵전단에는 세포질 등이 잔존할 뿐 다른 물질은 알아볼 수 없었다(Pl. XIV-3).

완성된 精子 軸絲의 axoneme을 이루는 微細小官(microtubules)은 9+2형으로 1쌍의 중심 미세소관과 이를 둘러싸는 9쌍의 이중 微細小官으로 되어 있고 이들은 다시 纖維性被膜에 싸여 있다(Pl. XIV-4).

4. 生殖巢의 雌雄分化相

生殖小의 雌雄分化相을 조사하기 위하여 孵化後 6개월부터 20개월까지 성장하는 동안 生殖巢의 외부형태와 組織學的 관찰을 토대로 生殖巢分化相을 未分化期, 類似卵原細胞期, 類似卵巢期, 卵巢發達期, 精巢型雌雄同體期, 卵巢型雌雄同體期 및 精巢發達期 등의 7가지 生殖巢型으로 구분하여 각 단계를 전체에 대한 백분율로 나타내었다(Fig. 3).

그리고 全長에 따른 雌雄分化相을 生殖巢 발달상태에 따라 역시 백분율로 나타내었다(Fig. 4).

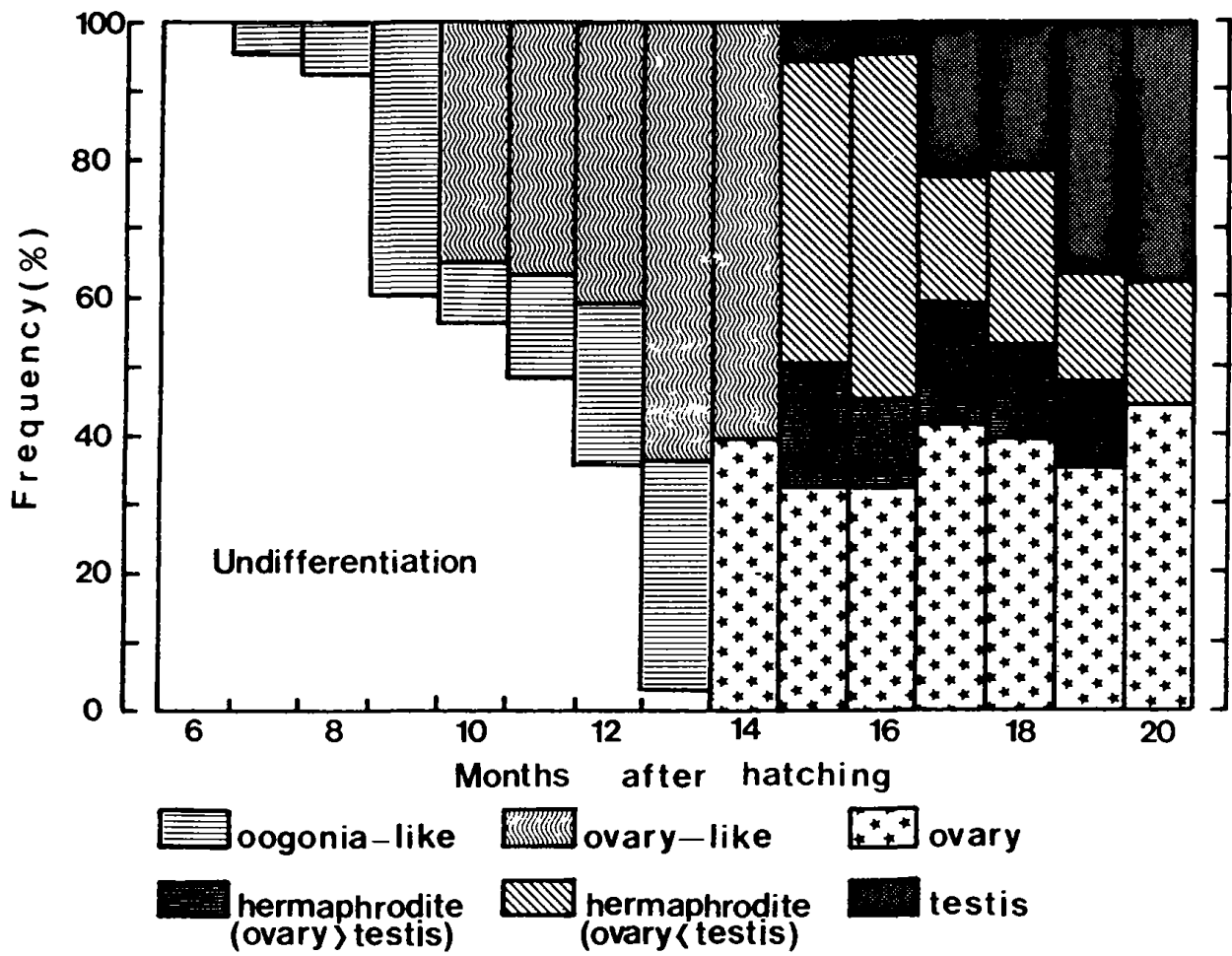


Fig. 3. Process of sex differentiation and sex determination in red sea bream on month after hatching.

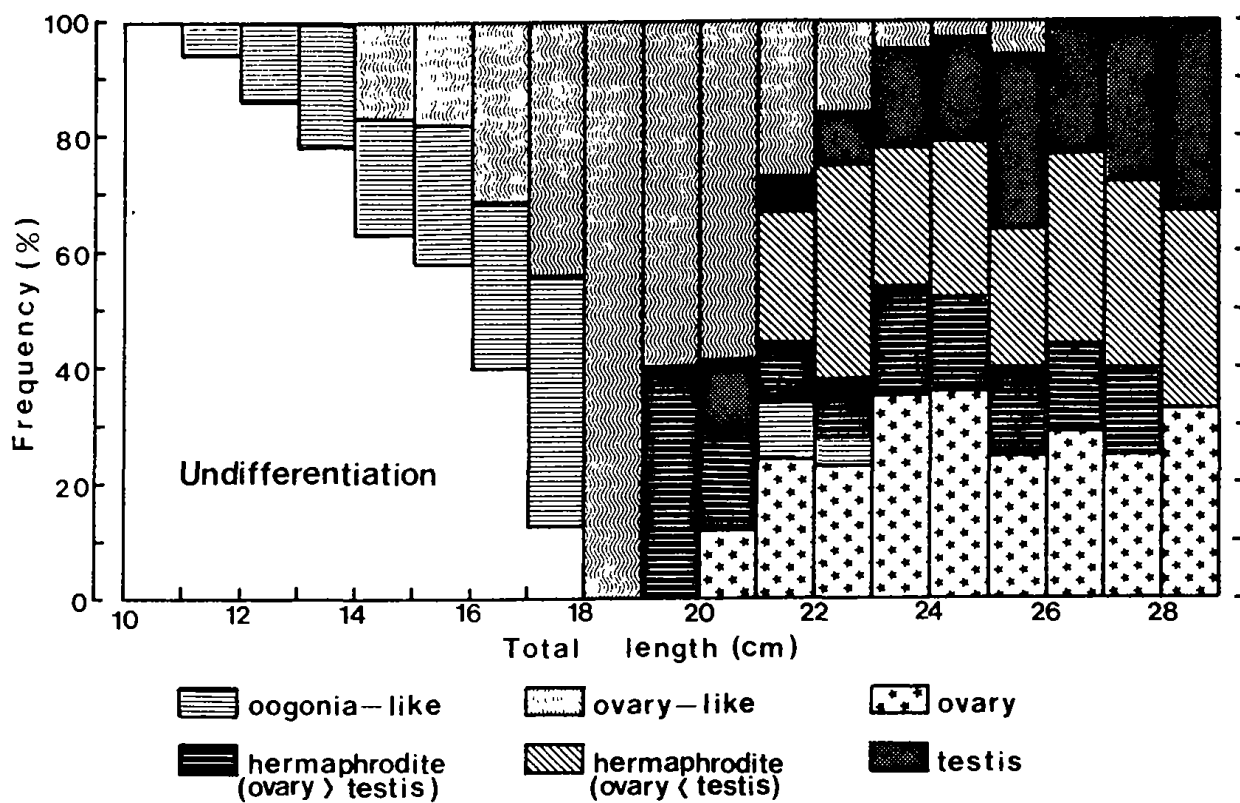


Fig. 4. Process of sex differentiation and sex determination in red sea bream on total length.

가. 未分化期

生殖巢의 형태는 식별할 수 있으나 卵巢 또는 精巢組織의 구분이 전혀 되지않는 시기로서 孵化後 6개월된 개체들은 조사개체의 100%가 未分化期 개체들이었다. 7개월후에는 95%로 감소하였으며 10개월에는 56%이던 것이 11개월에는 48%로 감소하여 性分化發現이 50%수준을 상회했음을 알 수 있었다. 13개월후에는 3%정도만이 未分化期로 남아있고 14개월 이후에는 未分化期개체가 나타나지 않았다.

全長에 따라 살펴보면 全長 10~11cm에서 전개체가 未分化이던 것이 11~12cm에서 94%로 감소하기 시작하여 全長 15~16cm때 42%로, 16~17cm에서는 60%로서 50%이상의 개체에서 性分化發現이 되었음을 알 수 있었다. 17~18cm는 13%로 잔존하던 것이 18cm보다 큰 개체에서는 未分化個體를 관찰할 수 없어 전개체에서 性分化가 시작되었음을 알 수 있다.

나. 類似卵原細胞期

生殖巢가 비후된 후 光學顯微鏡的 관찰에 의해 10~15 μ m이하의 卵原細胞가 발달하는 시기로서 孵化後 7개월째에 5%의 개체가 類似卵原細胞期로 처음 출현한다. 孵化期 9개월까지의 개체중 性分化發現個體는 전부 類似卵原細胞였고 이같은 生殖巢를 가진 개체는 孵化後 12개월까지 나타나며, 전체 조사개체의 33%를 차지하였다.

全長별로 보면, 11~12cm에서 전조사개체의 6%가 類似卵原細胞期로 첫 출현한 이후 전장 17~18cm로 성장된 개체군에서도 43%가량이 類似卵原細胞의 개체들이었다.

다. 類似卵巢期

20~25 μ m의 初期卵母細胞가 관찰되어 卵巢로 판단되나, 이들 卵母細胞의 대부분이 30~40 μ m전후로 성장한 후 대부분 퇴화되어 生殖巢가 재구성되는 발달기이다. 이와

같은 類似卵巢期는 孵化後 10개월에 전체 조사개체중 31%를 차지하면서 처음으로 나타나며 14개월후에는 전체 조사개체의 61%가 類似卵巢期の 生殖巢를 갖고 있었다.

크기별로는 全長 14.0cm이상에서 17%로 첫 출현하며 이후 출현율이 빨리 증가하며 18~19cm 개체들에서는 100% 전개체가 類似卵巢期였다. 이후 23~26cm무리에서는 5%이하의 개체에서 나타나며, 全長 26cm이상의 개체에서는 類似卵巢期個體는 관찰되지 않았다.

라. 卵巢發達期

40~60 μ m의 초기성장 卵母細胞들이 발달하며 전형적인 卵巢를 구성하고 性決定이 완료된 시기의 개체들이다. 이들 개체들은 孵化後 14개월째 전 조사개체의 39%로 첫 출현하며 20개월후에는 전 조사개체의 44%가 완전한 卵巢로 분화된 개체들이었다.

全長으로보면 20~21cm무리에서 처음으로 12%의 卵巢組織을 가진 개체가 출현하며, 이후 출현율은 점점 증가하여 전장 23~28cm에서는 24~36%가 卵巢發現個體였고 28~29cm에서는 33%가 卵巢를 가진 개체들이었다.

마. 卵巢型雌雄同體期

초기성장 卵母細胞가 밀집된 전형적인 卵巢를 가지고있으나 生殖巢의 일부가 精巢組織으로 구성된 시기의 개체들이다. 또한 넓은 精巢부위가 존재하더라도 퇴화정소로 판명되는 生殖巢를 가진 개체들이다. 孵化後 15개월되는 개체들에서 전체 조사개체중 18.5%가 나타나며 이후 19개월까지 12~18.5% 범위로 출현하고 있으나 20개월에는 이들 卵巢型雌雄同體期 개체들은 출현하지 않았다.

그리고 全長별해보면 19~20cm무리에서 卵巢型雌雄同體期 개체들이 40%로 첫 출현하며, 20~21cm무리에서 17%이었고, 이후 점점 감소하여 28~29cm무리에서는 관찰되지 않았다.

바. 精巢型雌雄同體期

生殖巢는 대부분 精巢組織으로 구성되어있고 精巢小葉內腔에 變態된 精子들로 채워져 있으나, 동시에 中腸內腔部 일부에 卵巢組織부위를 가진 개체들이다. 이와 같은 시기의 개체들은 孵化後 15개월에 전체 조사개체에서 44%가 출현한 후 16개월에는 조사개체의 50%로 증가하나 이후 감소하여 15~20%인 범위에서 출현하였으며 孵化後 20개월되는 개체에서도 18%의 개체가 精巢型雌雄同體期 개체들이었다.

全長에 대한 이들의 출현율은 全長 21~22cm 무리에서 21%로 첫 출현한 후 출현율이 점점 증가하였고 전장 28~29cm무리에서도 35%로의 개체들이 精巢型雌雄同體期였다.

사. 精巢發達期

輸精管에 變態된 精子가 充만되어 있고 魚類의 전형적인 精巢 발달상태를 이루어 수컷으로의 性決定이 완료된 시기의 개체들이다. 孵化後 15개월부터 조사개체의 6%가 완전한 精巢를 가진 개체들이었으며, 이후 점차 증가하여 孵化後 20개월에는 조사개체의 39%가 완전한 精巢를 가진 개체들이었다.

전장별로 조사한 이들의 출현율은 전장 20~21cm무리에서 6%로 첫 출현한 후 점점 증가하며 28~29cm크기의 개체들에서는 전체 조사개체의 33%가 완전한 精巢組織을 가진 개체들이었다.

IV. 考 察

일반적으로 대다수의 魚類에서 性分化란 성체의 性的表現形보다 精子나 卵子生産者로서의 기능을 할 수 있는 性を 결정지어가는 과정을 정의하고 있다.

Yamamoto(1964)는 性分化과정을 雌雄同體型과 雌雄異體型으로 대별하였다. 그리고 雌雄同體型은 同時性雌雄同體와 世代交番型雌雄同體로 나누고, 世代交番型雌雄同體는 雌性先熟型雌雄同體와 雌性先熟型雌雄同體로 나누었다. 雌雄異體型은 발생 초기에 生殖巢가 分化된형인 分化型과 그 반대인 未分化型으로 분류했다.

본 실험의 재료인 참돔의 경우 幼魚期 및 未成漁期에 雌雄同體를 가지며 성체는 雌雄異體型으로서 未分化型이었다.

同時性雌雄同體는 농어科魚類 Serranidae인 *Serranus subligerius* (Clark, 1950, 1965), *Serranus hepatus* (Bruslé, 1983) 등에서 다수 관찰되고 비록 同時性雌雄同體라 할지라도 계통발생학적 측면에 따라 암컷부분이 먼저 分化된 다음 雌雄同體가 된다.

雌性先熟型雌雄同體로는 엘통이科 Gonostomatidae (Miya and Nemoto, 1983)의 *Cyclothone atraria*, 점자돔科 Amphiprionidae(Moyer and Akinobu, 1978)인 *Amphiprion freratus*, *A. clarkii* 등과 양태科 Platycephalidae인 까지양태 *Cociella crocodila* (青山等, 1964), *Kumococius detrusus*와 *Inegocia japonica* (Fujii, 1971), 비늘양태屬 *Onigocia*인 *O. macrolepis* (Fujii, 1970)들로서 어릴 때 전부 雌雄同體이던 개체가 수컷이 먼저 성숙하고 암컷으로 변하는 型과 수컷분화 및 성숙이후 雌雄同體과정을 거쳐 암컷으로 변하는 型이 보고되고 있다.

雌性先熟型雌雄同體로는 Serranidae에 속하는 *Epineplelus aeneus*와 *E. guaza* (1975 a)의 두 종류로서 전중 3~9kg일 때 卵巢를 가지다가 9kg가 넘으면 精巢를 가진

개체의 비율이 급증한다. Sparidae科에 속하는 *Acanthopagrus* spp. (Hakima, 1984) 또한 전자인 경우 전개체에서 수컷화가 일어난 후 암컷으로 변해가나 후자인 경우 전체가 암컷이 되었다가 그중 50%개체만이 수컷으로 性轉換이 일어난다.

무지개송어(Takashima *et al.*, 1980)와 뱀장어 *Anguilla japonica* (佐藤, 1962)는 生殖巢分化時 각각 암·수로 분화되는 分化型雌雄異體이다.

雌雄異體魚에서 分化型魚類의 출현율은 낮고 대부분은 未分化型雌雄異體이다.

대개 未分化型雌雄異體는 *Cyprinus carpio*(Davies and Takashima, 1980)에서 처럼 生殖巢가 卵巢의 형태로 있다가 어느 시기에 卵巢중의 50%가 精巢로 발달하는 종들이다.

이러한 발달관계로 *Tilapia zilli* (Yoshikawa and Oguri, 1978), *Brachydanio rerio* (Takahashi, 1977), *Anguilla anguilla* (Colombo *et al.*, 1984), *Paralichthys olivaceus* (田中, 1987)의 경우처럼 孵化後 40일 幼魚期이전에 性分化가 완료된다.

참돔의 경우 性分化發現이 孵化後 7개월부터 시작되어 14개월에서야 性決定이 일어나며 20개월까지도 雌雄同體型이 18%나 출현한다.

결국 이들은 幼魚期 및 未成魚期 雌雄同體魚이다.

참돔의 性分化 樣相은 암컷인 경우,

未分化期→類似卵原細胞期→類似卵巢期→卵巢發達期

未分化期→類似卵原細胞期→類似卵巢期→卵巢型雌雄同體期→卵巢發達期

의 두가지로 나눌 수 있고, 수컷의 경우,

未分化期→類似卵原細胞期→類似卵巢期→精巢發達期

未分化期→類似卵原細胞期→類似卵巢期→精巢型雌雄同體期→精巢發達期

의 둘로 나눌 수 있다.

참돔 生殖巢의 발달과 관련된 脂肪體는 生殖巢 未分化期에서 分化期로 발달하면서 수축하며, 3년생 참돔에서도 産卵期때는 수축되어 흔적적으로 남아있다가 産卵期

이후에 다시 커가는 것으로 生殖巢 분화·발달과 관계가 있는 것으로 추측된다.

孵化後 20개월 조사개체의 18%(7/39)가 雌雄同體個體로 나타났다.

Matsuyama 等 (1987)은 본 실험과 같은 위도(34° 45'N)인 日本 Fukuoka (34° 30'N) 지역에서 채집된 만 2年魚 참돔중 12.9%(12/93)가 雌雄同體로 나타난다고 보고하고 있으며, 山口(1978) 또한 2年魚 雌雄同體出現率을 25% (3/12)로 보고하고 있어 雌雄同體出現率에 있어서는 큰 차이가 없는 것으로 판단된다.

高橋(1981)에 의하면 硬骨魚類 性分化 初期에는 生殖細胞의 形態的差異가 없고 生殖細胞의 일부가 減數分裂 前期로 들어가고 계속 肥大 卵母細胞로 발달하여 卵巢로서의 특징을 나타낸다고 보고되고 있다. 참돔과 같이 生殖巢初期發達の 개체에서 生殖細胞가 집단을 이루고 있는 낭상구조의 조기출현이 암컷 분화 개시의 첫 징후가 된다.

또한 낭상구조의 출현이 암컷 분화 개시된 生殖巢 보다 늦고 生殖細胞들이 적게 머무는 生殖巢는 장래 精巢로 分化한다.

그러나 참돔은 낭상구조가 全 生殖巢에서 일어나 生殖巢 發達初期에는 卵巢와 같은 형태로 발달한다.

참돔의 경우 幼魚期 및 未成魚期 生殖巢에서 卵子形成過程이 일어나 幼魚期 및 未成魚期인 전개체가 卵巢를 가진 生殖巢로 된다.

이들 卵巢組織의 퇴화는 卵母細胞들이 일부만 잔존하고 전부 퇴화·흡수되어 生殖巢는 空胞狀으로되는 변화를 일으킨다. 이들 空胞狀組織이 장차 수컷이 될 生殖巢에만 생기는 것이 아니라 암컷으로 발달할 生殖巢에도 1차의 퇴화 및 흡수가 일어난다.

이러한 현상은 Takahashi (1977)가 *Brachydanio rerio*의 幼時雌雄同體 연구에서 보고한 生殖巢分化和 유사하다.

*B. rerio*의 初期稚魚는 전개체가 卵子形成過程을 시작하고 전체 生殖巢에는 卵母細胞가 발달함을 보고하고 있다.

孵化後 20일까지의 모든 稚魚는 구조적으로 잘 발달된 卵巢를 가진 암컷으로 기록된다.

이후 퇴화하는 auxocyte가 출현하면서 精巢組織이 나타나며 雌雄同體로 된다.

雌雄同體중 어느 한 性은 점차 퇴화되며 암·수로서의 性決定이 일어난 雌雄異體의 형태로 된다.

初期卵母細胞의 퇴화는 juvenile hermaphrodite를 가지는 魚類들에게 공통된 것이지만 種에 따라 分化樣相이 다양하게 나타난다.

Tilapia zilli (Yoshikawa and Oguri, 1978)의 경우 初期稚魚 모두가 精巢組織으로 먼저 변한 다음 암·수로 분리되었으며 testis-ovary는 정상적인 卵巢의 卵母細胞와 달리 卵黃形成이 이루어지지 않는 비기능적 卵母細胞로 구성되어있다.

Hunter and Donaldson(1983)의 호르몬에 의한 性조절과 養殖에의 응용에 관한 자료를 참고하면 틸라피아, 연어, 잉어類 등의 조사된 魚類들은 대부분 性分化가 孵化後 수 일 내에 시작되어 1~2개월내에 종결되기 때문에 孵化直後의 仔魚 혹은 受精卵을 호르몬처리하여 실험해 왔다.

그러나, 참돔과 같이 性分化發現 및 性결정시간이 긴 魚類는 이 시기를 정확히 파악해야 한다.

또 性조절에 관여하는 여러 호르몬의 기작에 관한 연구에도 각 魚種들의 정확한 性分化過程에 대한 조사가 선행되어야 한다.

文 獻

- 青山 恒雄・北島忠弘・水江 一弘. 1963. イネゴチ *Cociella crocodila* (TILESIVS)の性
轉換. 西海區研究所 研究業績 159號 13-34.
- Brusle, S. 1983. Contribution to the sexuality of a hermaphroditic teleost *Serranus hepatus*
L. J. Fish Biol. 22, 283-292.
- Colombo, G. G., Grandi and R. Rossi. 1984. Gonad differentiation and growth in *Anguilla*
anguilla L. J. Fish Biol. 24, 215-228.
- Chan, S. T. H. and W. S. B. Yeung. 1983. Fish physiology IX. part B. 5. hormonal
sex control and its application to fish culture. Academic Press, pp.223-303.
- Clark, E. 1959. Functional hermaphroditism in a Serranid fish. Science 129, 215-216.
- Clark, E. 1965. Mating of groupers. New studies detected reveal of strip in hermaphrodi-
tic fish. Nat. Hist., N. Y. 74, 22-25.
- Davies, Philip R. and F. Takashima. 1980. Sex differentiation in common carp, *Cyprinus*
carpio. J. Tokyo Uni. Fish., 66(2) 191-199.
- Fujii, T. 1971. Heraphroditism and sex reversal in fishes of the Platycephalidae-II.
Jap. J. Ichthyol. 18(3), 109-117.
- 藤井武人. 1974. コチ科 魚類における雌雄同體性と性轉換現象-III. 種的分化と 性
轉換 様式と 變異. 魚類學雜誌 21(2), 92-100.
- Hakima, R. A. 1984. Some aspects of the reproductive biology of *Acanthopagrus* spp.
(Family : Sparidae) J. Fish Biol., 25, 151-526.
- 佐藤英雄・中村中六・日比谷京. 1962. ウナギの生殖腺の成熟に関する研究-I. 成分
化 あよび生殖腺の成熟過程. 日水誌 28(6), 579-582.

- 김동수·박인석·김형배·이택열. 1988. 한국산 메기 (*Parasilurus asotus*)의 性分化에 관한 研究. 韓國水産學會 春季發表 論文要旨.
- 陸島史夫·會田勝美. 1984. 生分化とホルモン. 5. 魚類の性分化とホルモン. 77-98. 日本比較内分泌學會編. 學會出版 ヒンター.
- Matsuyama, M., S. Matsuura, Y. Ouchi and T. Hidaka. 1987. Maturity classification and group maturity of the red sea bream *Pagrus major*. Marine biology 96, 163-168.
- Miya, M., T. Nemoto. 1983. Protandrous sex reversal in *Cyclothone atraria* (Family Gonostomatidae). Jap. J. Ichthy., 31(4), 438-440.
- Nakamura, M. 1975. Dosage-dependent changes in the effect of oral administration of methyltestosterone on gonadal sex differentiation in *Tilapia mossambica*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 26(2), 99-108.
- Moyer, Jack T. and A. Nakazono. 1978. Protandrous hermaphroditism in six species of the anemonefish genus *Amphiprion* in Japan. Jap. J. Ichthyol. 25(2), 101-108.
- 中援明信, 1979. 日本産 ベラ科 魚類 5種の性轉換と産卵行動に関する研究. 九州大學農學部 附屬水産試験所報告 4, 1-64.
- 清水稔·高橋裕哉 1980. イトヨ *Gasterosteus aculeatus* L. の生殖巢 あよび生殖輸管の性分化過程. 北大水産彙報 31(2), 137-148.
- Takahashi, H. 1977. Juvenile hermaphroditism in the Zebrafish, *Brachydanio reio*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 28(2), 57-65.
- Takashima, F., R. Paton and M. Nomura. 1980. Histological studies on the sex differentiation in Rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 46(11), 1317-1322.
- 高橋裕哉 1981. ホルモンと生殖, I. 性と 生殖リズム. II. 性分化と性轉換-魚類・兩生類. 23-58. 日本比較内分泌學會編. 學會出版 ヒンター.
- 田中秀樹. 1987. ヒラメの生殖線の性分化過程. 養殖研究所 研究 報告 11, 7-20.

- 田中秀樹. 1987. ヒラメの生殖線の性分化に及ぼすエストラジオール-17 β の影響. 養殖研究所 研究報告 13, 17-23.
- 山口正男. 1978. タイ養殖の 基礎と 実際. 恒星社 厚生閣.
- Yamamoto, T. 1969. Fish physiology Volume III 3. Sex differentiation. Academic Press pp.117-158.
- Yamamoto, H. and M. Oguri. 1978. Sex differentiation in a Cichlid, *Tilapia zillii*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44(4), 313-318.

PLATE

PLATE I



PLATE II



PLATE III



PLATE IV

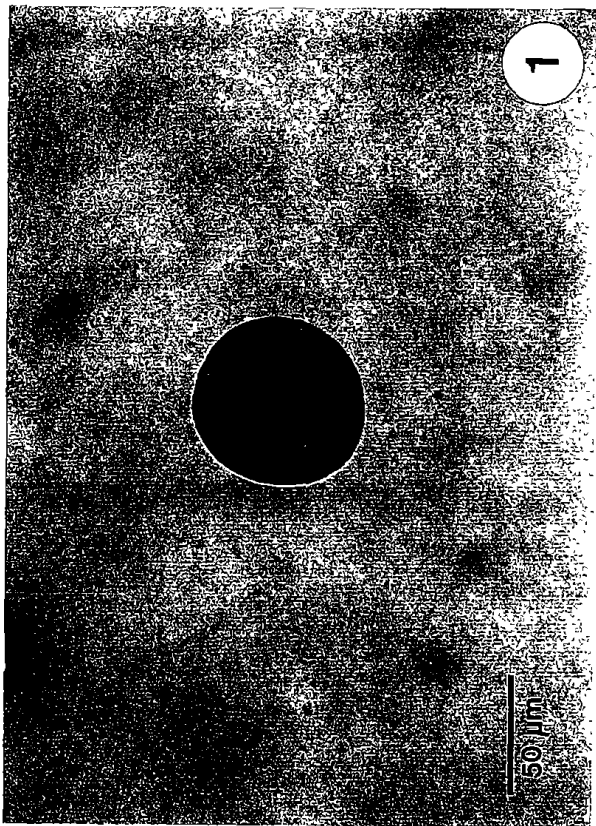


PLATE V



PLATE VI



PLATE VII

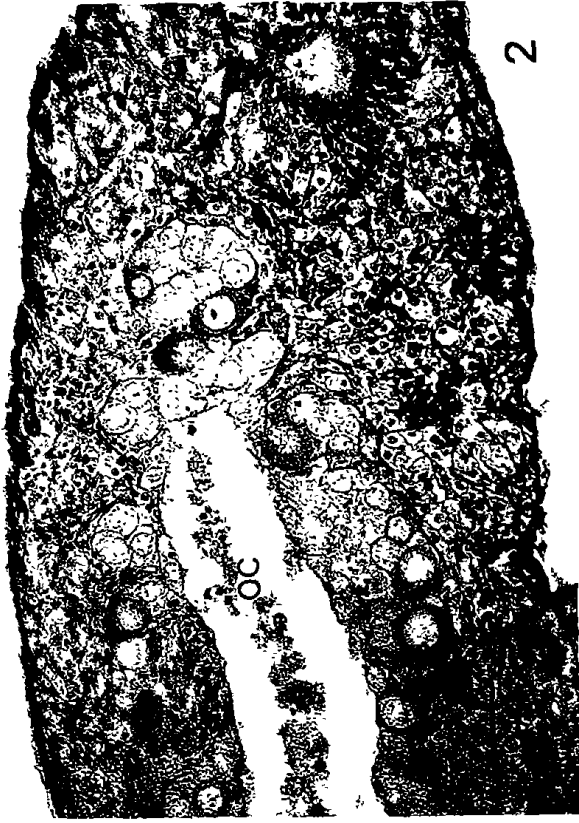
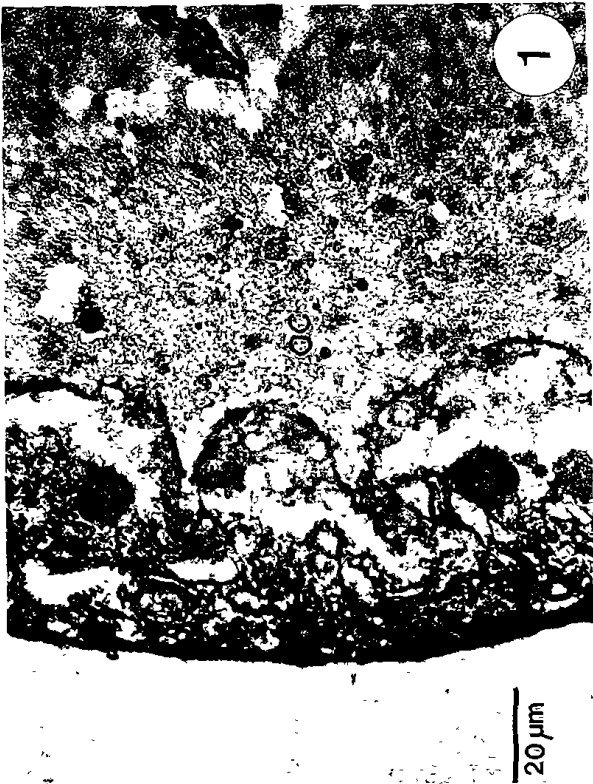


PLATE VIII

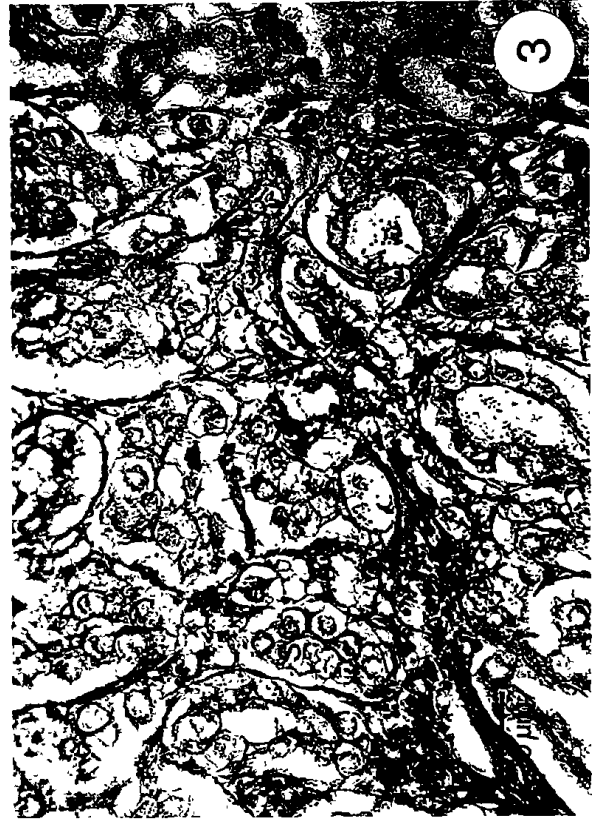


PLATE IX

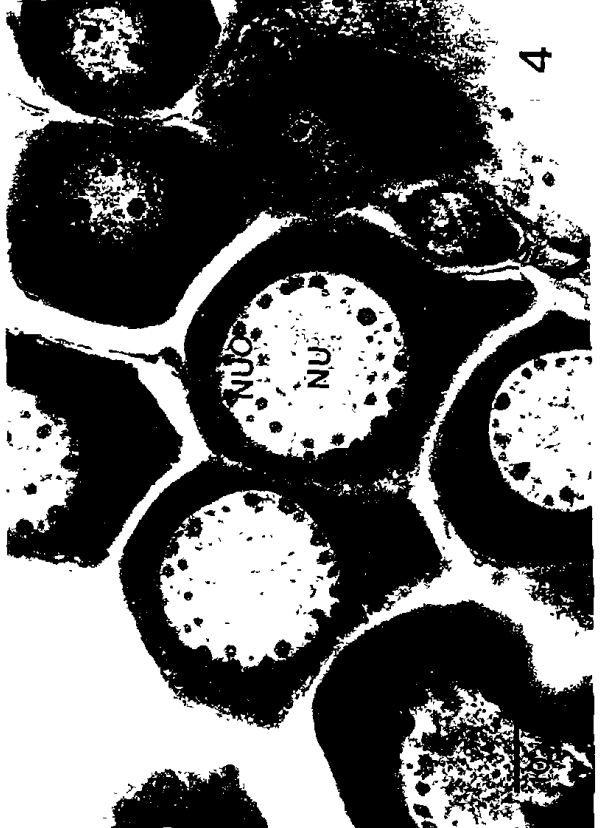


PLATE X

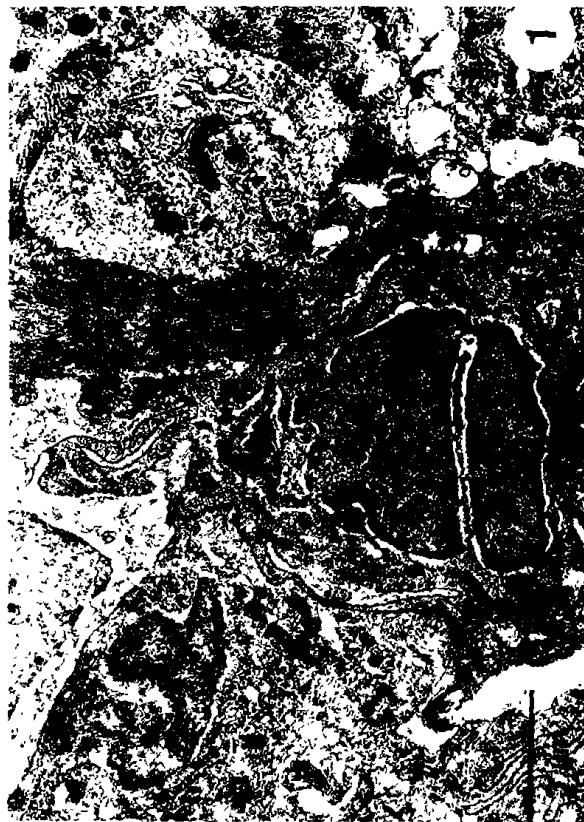
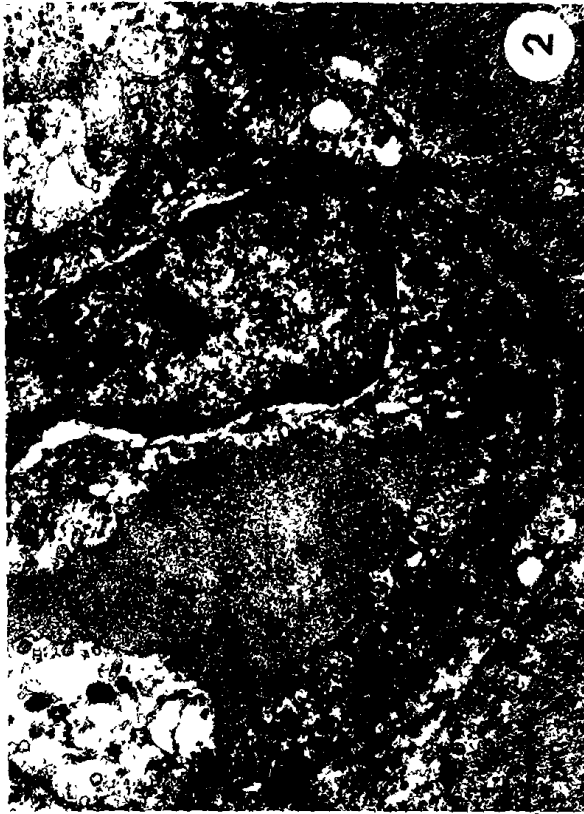


PLATE XI

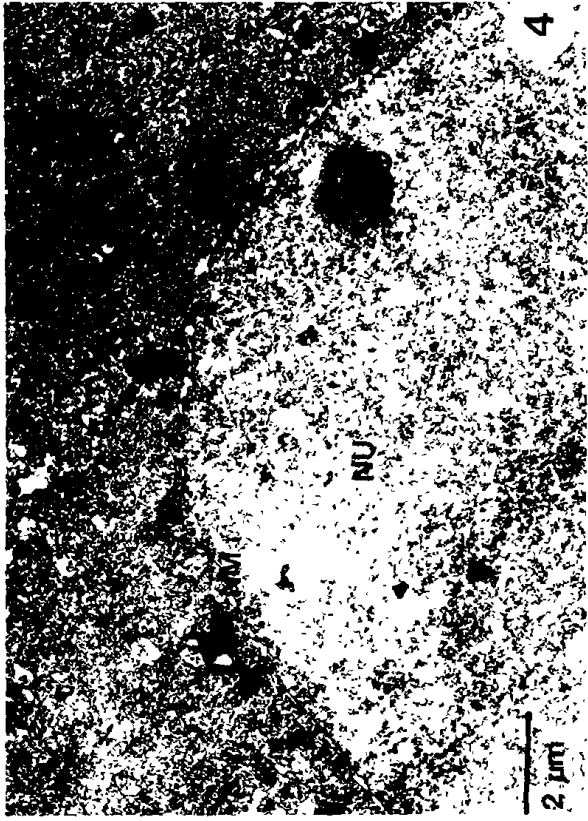


PLATE XIII

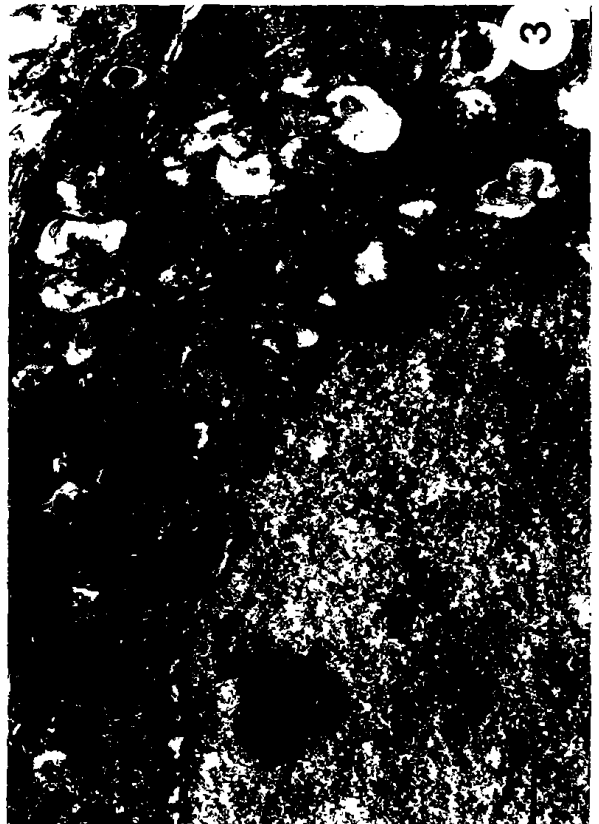
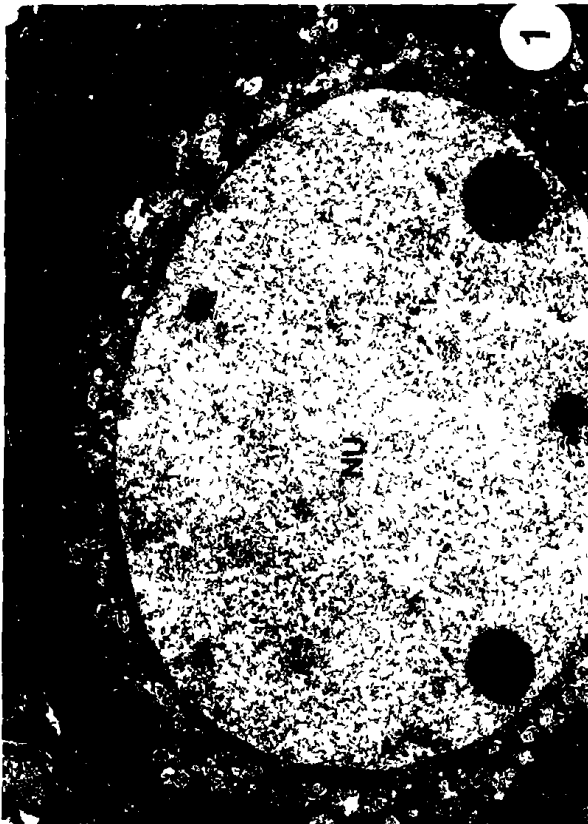


PLATE XIII

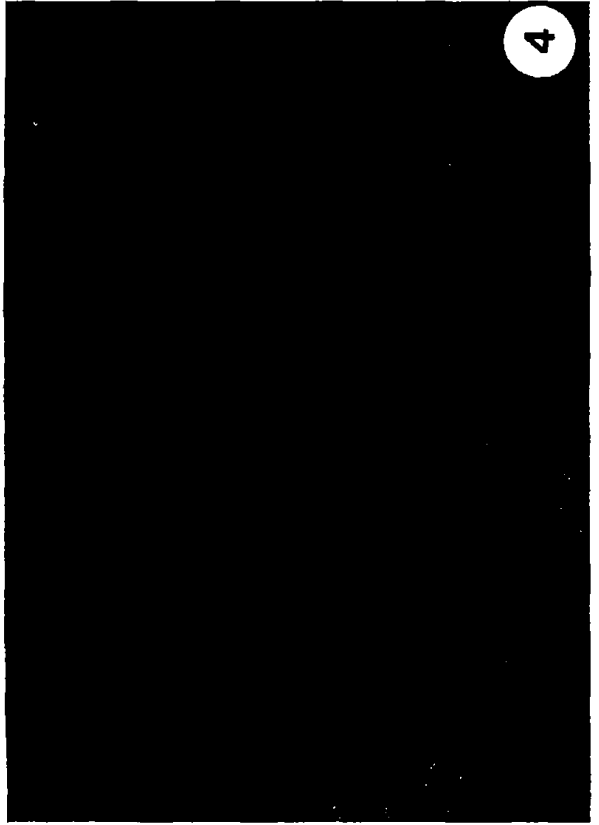
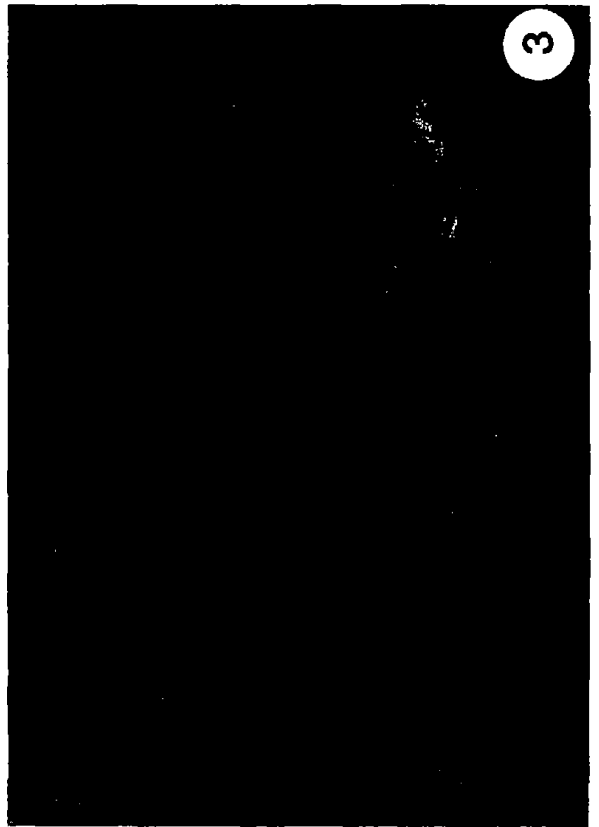
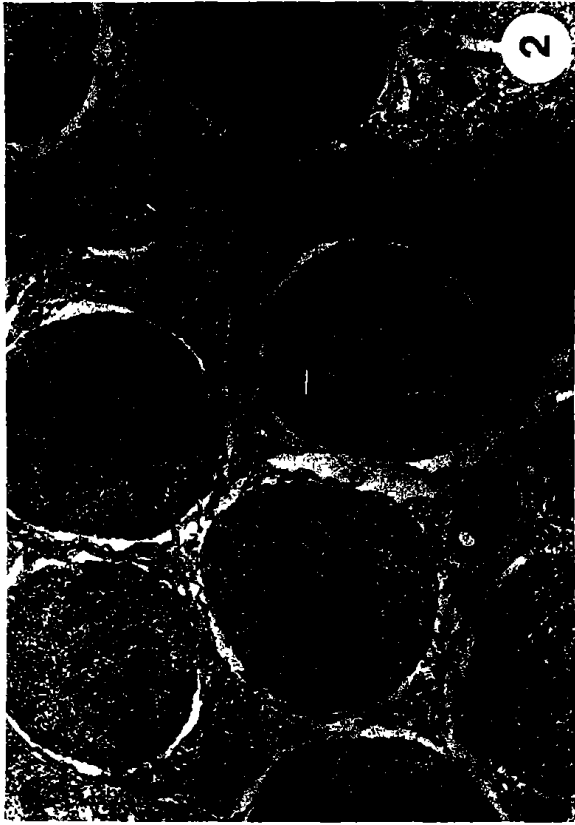


PLATE XIV

