

## 2배체와 3배체 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*)의 원시생식소 형성과정

김봉석 · 김동수

부산수산대학교 양식학과

## Early Gonadogenesis in Diploid and Triploid Mud Loach, *Misgurnus mizolepis*

Bong-Seok Kim and Dong Soo Kim

Department of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan, Nam-gu,  
Pusan 608-737, Korea

### ABSTRACT

This study was conducted to examine early gonadogenesis by using a histological method for the appearance of primordial germ cells (PGCs), protrude of genital ridge, and formation of primitive gonads in diploid and triploid mud loach, *Misgurnus mizolepis*.

The pattern of early gonadogenesis including appearance of PGCs, formation of genital ridge, and development of primitive gonad in both diploid and triploid were not different histologically. Characteristics of PGCs of triploid were also the same as those of diploid. However, gonadal length of diploid was significantly longer than that of triploid ( $P < 0.05$ ).

### 서 론

미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*)는 분류학적으로 잉어목(Order Cyprinidae), 기름종개과(Family Cobitidae)의 미꾸리아과(Subfamily Cobitinae)에 속하는 담수 어류로서 우리나라의 전 하천, 수로, 논 및 작은 못 등 물의 흐름이 적고 부식질이 많은 진흙 바닥에 서식하는 온수성 어류이다. 미꾸라지는 우리나라를 비롯하여 동북아시아 지방에서도 그 맛의 우수성과 높은 영양가로 인하여 강장 식품으로 애용되어 오고 있어 그 수요는 매년 증가 추세에 있다. 그러나, 최근 하천 및 농수로의 오염과 농약의 남용으로 자연산의 생산량이 매우 감소되고 있어 생산량 향상을 위해 3배체 미꾸라지의 생산이 요구되고 있다.

일반적으로 3배체(triploid) 어류는 세포 크기의 증가를 나타내며 기능적 불임으로 인한 체성장에너지로의 전용 등의 잇점때문에 활발하게 연구되고 있으며, 산업적으로는 최근에 초어를 비롯한 몇

종의 3배체 어류들을 2배체의 과도한 생식으로 인한 생태계 불균형 방지를 위해 사용하고 있다(Wiley and Wike 1986 ; Thorgaard and Allen 1987). 그러나, 대부분 3배체 어류의 불임과는 달리 일부 3배체 어류의 수컷은 정자가 형성됨이 보고되고 있으며, Kim et al. (1994)은 특히, 유도된 3배체 미꾸라지의 정소내에서 정자를 관찰한 바 있어 3배체 어류의 초기 성분화에 관한 연구가 요구되고 있다.

이에, 본 연구는 3배체 미꾸라지를 유도하여 이들의 초기 성분화 과정을 이해하고자 성적 미분화기의 원시 생식소 형성과정을 대조군과 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 친 어

실험에 사용된 미꾸라지, *Misgurnus mizolepis* 친어는 부산수산대학교 어류 육종학 연구실에서 사육해 온 성숙한 2년산으로 암컷은 체장 157.0 mm 및 165.0 mm인 2마리, 수컷은 체장 92.0 mm 및 100.0 mm인 2마리였다.

### 2. 산란 유도 및 수정

김 등(1992)의 방법에 따라 암컷 친어에 HCG (human chorionic gonadotropin) 6 IU/g 를 복강 주사한 후 복부압박법으로 채란하였다. 수컷 친어는 암컷 친어에 사용한 농도의 1/2농도의 HCG를 복강 주사하였으며, 정액은 수정직전에 정소를 적출하여 세절 후, 생리 식염수(Hepes buffered saline)로 1/100으로 희석시켜 사용하였다. 수정은 채란된 난에 준비된 정자 희석액을 첨가시킨 후 1~2회 잔존 정액을 수세하였고, 사육수 첨가 후 접착력이 좋은 수정란만을 샬라레에 부착시켰다.

### 3. 3배체 유도

Kim et al. (1994)의 방법에 따라 수정 5분 후 수온  $2\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 에서 60분간 저온 처리하였고, 처리가 끝난 수정난은  $25^{\circ}\text{C}$ 의 사육수에서 부화시켰으며, 이후 200 l 순환여과식 수조 내에서 자연 광과  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 수온하에서 사육하였다. 3배체 판정은 적혈구의 세포 및 핵의 크기와 염색체 수 조사를 통하여 행하였다. 대조군은 같은 친어들에서 유도한 2배체 미꾸라지 군으로 설정하였다.

### 4. 조직학적 분석

매일 20마리를 Bouin 용액에 24시간 고정한 후 70% ethanol에 보존하면서 매 회 10마리를 조직 분석 시료로 이용하였다. 자, 치어기의 시원생식세포 및 원시 생식소의 정확한 위치를 관찰하기 위하여 어체 전체를 고정·포매하였고, 어체의 횡단면과 종단면을 병행하여 paraffin 절편법에 따라 5  $\mu\text{m}$  두께의 파라핀 연속 절편을 만들었다. 조직 표본은 Mayer's hematoxylin-eosin stain으로 비교 염색하였다.

### 5. 통계학적 분석

2배체와 3배체간 모든 통계 자료는 유의성 검증을 위해 Student *t*-test를 행하였다.

## 결 과

### 1. 시원생식세포의 분화와 원시생식소(primitive gonad) 형성

2배체와 3배체 모두 부화 직후의 전기 자어는 체장이  $2.16 \pm 0.13$  mm 및  $2.07 \pm 0.19$  mm로서 기관을 구성하는 조직은 아직 미분화 상태이었고, 시원생식세포도 관찰되지 않았으며 원시생식소 역시 형성되어 있지 않았다.

#### 1-1. 부화후 1일

2배체 : 모든 전기자어에서 시원생식세포를 관찰할 수 없었다.

3배체 : 대부분의 전기자어에서 2배체와 같이 시원생식세포를 관찰할 수 없었으나, 분석된 9마리중 1마리에서 시원생식세포가 체장의 약 4/5지점인 체후부의 증신관 바로 위쪽과 신장 중앙을 흐르는 배대동맥 사이에 압착된 상태로 관찰되었다(Fig. 1A). 시원생식세포는 매우 큰, 원반형의 특징을 나타내보였다(Fig. 1B).

#### 1-2. 부화후 2일

부화후 2일부터 부화후 25일까지 각 단계별 2배체, 3배체의 평균 체장은 Table 1과 같다.

2배체 : 평균 체장이 3.23 mm인 전기자어들은 아직 항문이 개구되지 않았고, 복부에 난황낭(yolk sac)을 지니고 있었다. 조사된 5마리중 4마리에서 시원생식세포가 증신관 아래의 섬유성 간층조직(fibrous mesenchymal tissue)을 따라 식별되었다(Fig. 1C, 2). 시원생식세포는 원반형으로, 종단경이 21  $\mu$ m내외로서 체세포에 비해 매우 컸으며 세포질은 H-E염색에 매우 약하게 반응되어 나타났고, 핵 역시 체세포의 핵보다 매우 큰 조직학적 특징을 나타내었다(Fig. 1C).

3배체 : 평균 체장 2.48 mm인 전기 자어에서 조사된 9마리중 8마리에서 시원생식세포가 식별되었다. 시원생식세포는 복강 체벽의 증신관 아래 섬유성 간층조직을 따라 향후 한 쌍의 생식소가 형성될 부위의 한 쪽에 5~7개가 연이은 채 일렬로 매달려 나타났었다(Fig. 2). 이들 세포 역시 종단경이 21  $\mu$ m내외로서 2배체의 시원생식세포와 유사한 원반형이었다(Fig. 1D).

#### 1-3. 부화후 3일

2배체 : 평균 체장 4.21 mm의 전기자어는 아직 난황을 복부에 지니고 있지만 서서히 흡수가 끝나는 단계로 위부가 팽대되고 먹이를 적극적으로 먹기 시작하며 항문이 개구되어 배설의 기능이 시작되는 등 기관 형성이 거의 완료되었다. 조사된 5마리 모두 시원생식세포가 식별되었다. 시원생식세포는 체후부에서 앞쪽으로 0.19 mm에 걸쳐 치밀하게 배열되어 있었고, 일부는 체세포에 둘러싸여 있었다.

3배체 : 평균 체장 3.94 mm인 전기 자어에서 조사된 12마리 모두 시원생식세포가 식별되었다. 항문 부에서 앞쪽으로 시원생식세포가 한 쪽 평균 12개 내외로 증가하여 0.13 mm에 걸쳐 나타났었다(Table 1). 시원생식세포는 전방으로 분포되면서 일렬로 늘어서 있었지만, 여전히 하나씩 독립 분포하고 있었다. 이들 세포 핵 내에는 대부분 한 개의 인이 뚜렷이 나타났었다.

#### 1-4. 부화 4~5일

2배체 : 평균체장 5.14 mm인 후기자어는 난황이 완전히 흡수되고 기관 조직의 발달이 진행되고 있었다. 조사된 16마리 모두 시원생식세포가 식별되었으며, 부화후 5일의 10마리는 모두 생식용기(genital ridge)로 발달되어 있었다. 생식용기는 풍부한 섬유성 간층조직으로 시원생식세포들을 감싸며 복강으로 돌출

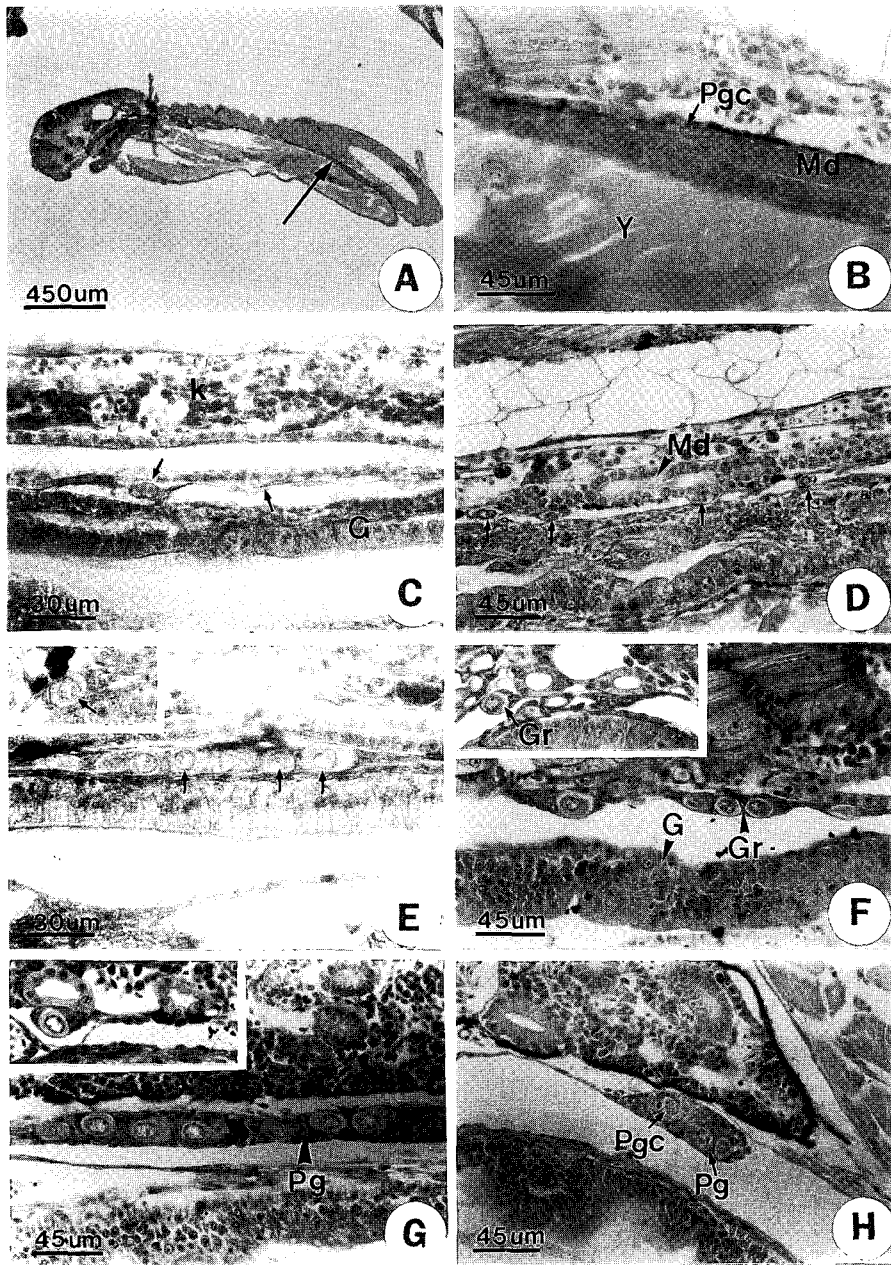


Fig. 1. Germ cells and primitive gonads in diploid and induced triploid mud loach, *Misgurnus mizolepis* in sexually indifferent stage.

A, Section of the pre-larva, one day after hatching in triploid.

- B, High power view of arrow area of Fig. 1A, primordial germ cell (PGC, arrow) were located between the mesonephric duct (Md) and the notochord.
- C-D, Sections of pre-larva, two days of age in diploid (C) and triploid (D), showing PGCs (arrow).
- E-F, Section of post-larva, five days of age in diploid (E) and triploid (F). Diploid (E) shows genital ridge, consisted of large solitary PGCs (arrow), somatic cells and fibrous mesenchymal tissue. Box of Fig. 1-E, shows the genital ridge. Triploid (f) shows genital ridge (Gr) as seen diploid (G ; Gut). Box of Fig. 1-F shows the genital ridge protruded into the abdominal cavity.
- G, Section of post-larva, fifteen days of age in diploid, shows the developing sexually indifferent gonad beneath kidney (K).
- H, Section of post-larva, sixteen days after hatching in triploid, shows the cluster of germ cells in sexually indifferent gonad.

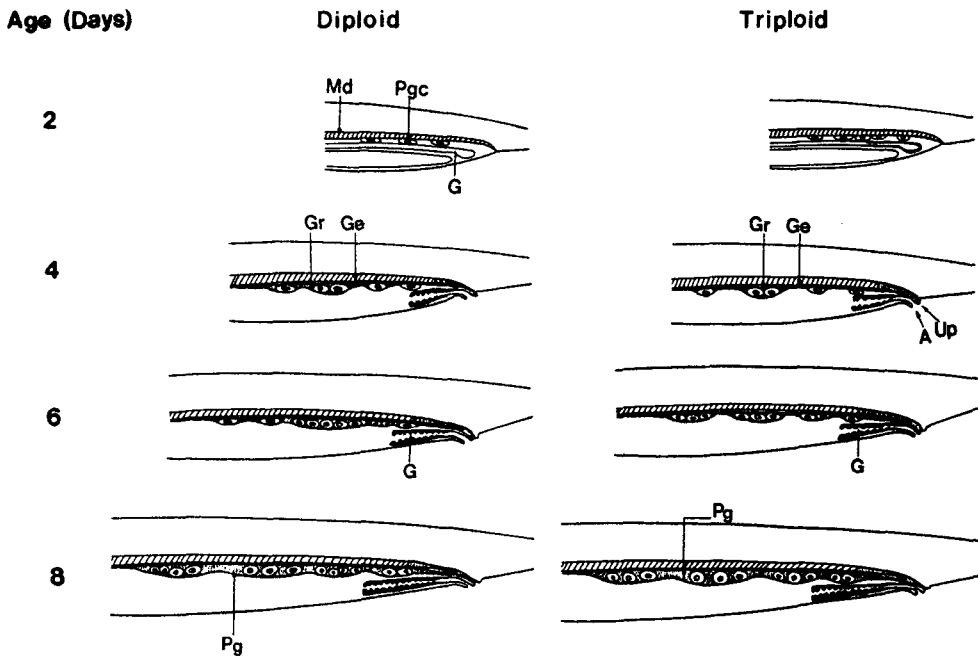


Fig. 2. Comparison of schematic diagram of primitive gonadogenesis of diploid and triploid mud loach, *Misgurnus mizolepis* from appearance of primordial germ cells to the primitive gonad. Abbreviations : A ; anus, G ; gut, Ge ; germinal epithelium, Gr ; genital ridge, Md ; mesonephric duct, Pg ; primitive gonad, Pgc ; primordial germ cell, Up ; urogenital pore.

되고 있었다(Fig. 2). 그리고 섬유성 간층적에서 유래한 생식 상피(germinal epithelium)가 중신관과 밀착된 결체성막에서 분리되면서 뚜렷해졌다. 시원생식세포들은 생식용기를 따라 생식소가 발달하게

Table 1. Size comparisons of gonadal length, width and height between diploid and induced triploid mud loach, *Misgurnus mizolepis*

Age (days)	Standard length (mm)*		Gonadal length (mm)*		Gonadal height (μm)*	
	Diploid	Triploid	Diploid	Triploid	Diploid	Triploid
2	3.23±0.33	2.48±0.57	0.12±0.01**	0.06±0.003	8.23± 0.38	10.14±1.17***
3	4.21±0.65	3.94±0.29	0.19±0.02**	0.13±0.01	9.13± 0.24	9.70±1.48***
4	4.79±0.26	4.85±0.40	0.35±0.02***	0.28±0.01	9.65± 0.44	9.53±1.05
5	5.14±0.36	5.45±0.65	0.82±0.10**	0.61±0.03	10.25± 0.43	15.09±1.85***
6	6.04±0.24	6.35±0.81	1.57±0.15**	0.77±0.07	12.55± 1.32	18.44±1.95**
7	6.97±0.40	7.47±0.76	1.20±0.60	1.30±0.05	20.42± 5.99	22.32±3.58
8	8.43±0.59	8.52±0.68	2.71±0.07	1.58±0.12	19.53± 4.99	21.54±1.01
20	22.52±0.15	21.45±4.88	4.9 ±0.12***	3.14±0.35	23.10± 5.66	22.72±1.93
25	24.33±0.45	25.91±6.27	6.18±0.41**	4.31±0.35	38.06±13.12**	28.94±2.17

\*Mean±s.d., \*\*Means differ at P<0.05, \*\*\*Means differ at P<0.01.

될 복강쪽으로 이동하기 시작하였다(Fig. 1E).

3배체 : 조사된 24마리 모두 시원생식세포가 식별되었으며, 부화후 5일의 15마리 중 13마리는 생식용기를 형성하였다. 부화 4일된 평균 체장 4.85 mm의 후기자어는 생식상피가 2배체에서와 같이 복강 체벽으로 부터 분리되어 종단면을 따라 항문부에서 앞쪽으로 약 0.28 mm길이에 걸쳐서 뻗어 있었고, 시원생식세포들은 세포분열이 활발한 분열중식상을 나타내었고 한 쪽에 11~14개로 수적인 증가를 보였다(Fig. 2). 부화후 5일된 체장 5.45 mm의 후기 자어의 생식용기 내에는 시원생식세포들이 섬유성 결체조직의 발달과 더불어 2~3개씩 세포 집단을 이루거나 여전히 독립분포하면서 생식 상피를 따라 한 쪽에 약 14~15개 내외로 나타났다. 생식용기내 시원생식세포들은 활발한 핵분열 현상을 나타냈다. 특히, 이 시기에는 세포 집단간을 잇는 결체성 조직이 두드러지게 나타났고, 생식용기는 시원생식세포와 그들 사이에 체세포성 세포들이 채워지면서 전체적으로 앞, 뒤쪽으로 선상으로 형성되기 시작하였다. 체세포는 2배체에서와 같이 두가지 형태로 구분되었다. 가늘고 긴 형태로 주로 시원생식세포를 감싸고 있는 형태와 구형으로 주로 생식용기 내 후부의 여백을 채우고 있는 형태이었다(Fig. 1F).

#### 1-5. 부화후 7일

2배체 : 계속해서 발달중인 평균체장 6.97 mm인 후기자어들에서 조사된 8마리중 2마리가 원시생식소를 형성하였다. 한 쌍의 원시생식소가 형성되기 시작하는 대부분의 어체에서 나타난 생식용기는 배설공 부근에서 가슴지느러미 부근에 걸쳐 시원생식세포와 체세포 그리고 결체성 섬유로 형성되어 있었고, 생식수관은 비뇨생식공 근처의 복막에서 수뇨관과 합일되어 개구되고 있었다.

3배체 : 평균체장 7.46 mm인 후기 자어에서 조사된 10마리 중 대부분의 개체들은 생식용기가 발달중에 있었고, 2마리는 원시생식소를 가졌다. 생식용기는 2배체와 유사한 특징을 나타냈고, 생식용기 내 여백은 4.20 μm크기의 체세포성 세포들로 채워져 있었다.

#### 1-6. 부화후 8일

2배체와 3배체의 후기자어는 생식소 횡단면은 생식 용기가 복강 체벽의 결체성막으로 부터 복강으로

돌출되어 더욱 신장되었고 돌출 전단부에 시원생식세포들이 관찰되었고 그들 사이에 두 형태의 체세포들이 채우고 있었다(Fig. 2). 이 시기에 섬유성 간층직으로부터 분리된 생식소와 후부의 짧은 생식수관이 뚜렷해져서, 외관상 완성된 원시생식소가 비노생식공에서 체강벽을 따라 앞쪽으로 신장, 발달해가는 형태로 나타났다.

#### 1-7. 부화후 15~16일

2배체는 평균 체장 15.48 mm의 부화 15일 이후 생식소 길이가 3배체에 비해 뚜렷하게 증가하기 시작하였다(Table 1). 원시생식소는 생식세포를 감싸는 피질부가 비후되면서 체벽의 복강 상피를 따라 선상으로 나타났고, 원시생식소내 시원생식세포들은 계속해서 분열 증식하면서 부화후 20일경까지 이어졌다(Fig. 1G).

3배체 역시 계속 발달하여 부화후 16일경, 내부에 다층으로 분열 증식하는 생식세포를 지닌 원시생식소는 2배체와 같이 복강으로 비후 발달하고 있었다(Fig. 1H).

#### 1-8. 부화후 20일

2배체: 평균 체장 22.52 mm의 후기자어들에서 조사된 9마리중 대부분은 성적 미분화 생식소로 이어지고 있었고, 2마리는 난소형 생식소 그리고 1마리는 정소형 생식소로 나타났다. 미분화 생식소 내에는 중앙에 무리를 이루며 나타난 생식세포들과 이를 둘러싸는 체세포들의 수적 증가가 관찰되었다.

3배체: 평균 체장 21.45 mm의 후기자어들에서 조사된 6마리 모두 성적 미분화 생식소로 나타났다. 양 생식소는 복강으로 더욱 돌출, 비후되면서 앞쪽으로 생식세포들이 이동, 발달하고 있었다.

## 2. 생식세포의 형태 및 원시생식소의 크기

시원생식세포의 형태는 출현 당시 2배체와 3배체 모두 원반형을 나타냈다. 2배체에서 생식용기가 형성되는 부화후 4~5일을 전후로 난형을 나타내다 원시생식소가 형성될 무렵부터 구형으로 나타났고, 3배체의 시원생식세포는 난형 또는 구형을 나타냈다. 그러나, 핵은 2배체와 3배체 모두 구형을 나타내어, 세포 및 핵은 폭과 길이 그리고 높이에 있어서 부분적인 차이를 나타내보일 뿐, 전반적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $P > 0.05$ ).

2배체와 3배체에서 부화일수 경과에 따른 시원생식세포의 분포 길이 및 원시생식소의 크기는 Table 1과 같다. 부화후 2일의 2배체 시원생식세포가 분포하는 길이는 0.12 mm에 걸쳐 있었으며, 3배체에서는 0.06 mm로 2배체보다 매우 짧았다. 부화후 5일의 2배체 생식용기의 길이는 0.82 mm로 매우 신장된 반면, 3배체에서는 0.61 mm로 2배체에 비해 다소 짧았으나, 생식용기의 높이는 생식세포를 감싸는 피질부의 발달로 인해 생식세포 수준인 10  $\mu$ m내외의 크기가 각각 10.2  $\mu$ m, 15.1  $\mu$ m으로 비후되었다. 부화후 8일의 2배체 원시생식소의 길이는 약 2.71 mm로 3배체의 1.58 mm에 비해 빠른 발달을 보였으며, 2배체와 3배체 모두 계속되는 피질부의 발달에 따른 높이의 증가가 뚜렷하게 나타나 생식용기의 높이는 각각 19.5  $\mu$ m, 21.5  $\mu$ m이었다. 성적 미분화기가 계속되면서 양 성으로 구분이 되기 전인 부화후 20일과 25일에는 2배체 생식소의 길이는 각각 4.9 mm, 6.2 mm로, 3배체의 3.1 mm, 4.3 mm보다 매우 빠른 성장을 보였으며, 높이 역시 서로 유사하게 꾸준한 성장을 보였으나, 부화후 25일부터 각각 38.1 mm, 29.0 mm로 2배체에서 더 크게 나타났다. 따라서 시원생식세포 분포 길이 및 원시생식소의 길이는 전반적으로 2배체가 3배체에 비해 길게 나타났다(Table 1).

## 고찰

어류의 시원생식세포는 어종에 따라 그 출현 시기가 다르다. 잉어는 부화직후 또는 부화후 1일, 털라피아는 부화후 3일, 넙치는 부화후 3일, 그리고 감성돔 역시 부화후 3일로서 비교적 빠르게 식별되고 있으나, 무지개송어는 생식세포가 부화후 36일, 참돔은 매우 늦은 부화후 8개월에 출현하였다고 보고되고 있다(Yoshikawa and Oguri 1978 ; Davies and Takashima 1980 ; Takashima et al. 1980 ; 김 1988 ; 이와 이 1990 ; 이 등 1994). Kim et al. (1990)은 미꾸라지를 대상으로한 성분화연구에서 전장 3.5 mm인 부화후 2일이면 시원생식세포가 식별된다고 보고하였는데, 본 연구의 대조군의 출현시기와 일치하였다. 본 연구의 3배체 미꾸라지는 부화후 1일에 비록 1개체에서 시원생식세포가 식별되었으나, 초기성장이 2배체에 비해 느림에도 불구하고 3배체는 대부분이 평균 체장 2.48 mm인 부화후 2일의 전기자어에서 2배체와 같이 시원생식세포가 나타났다.

대조군에서 생식 용기는 Kim et al. (1990)의 보고와 유사한 부화후 4~5일이면 식별되었다. 3배체 미꾸라지에서도 생식 용기는 체세포와 막성 기질에 의해 시원생식세포가 감싸여 부화후 4~5일이면 2배체에서와 같이 출현하여 유사한 발달양상을 나타내보였다. Kim et al. (1990)은 부화후 8일이면 미꾸라지에서 양 성이 구분되는 빠른 발달을 관찰한 반면, 본 연구에서는 이 시기에 2배체, 3배체 모두 생식수관을 갖춘 원시생식소가 형성되었으며, 원시생식소 내부에는 암, 수 성(性)으로 분화능력이 있는 시원생식세포가 복강으로 비후되는 원시생식소 내에서 활발하게 분열 증식하였다. 부화후 20일까지의 2배체와 부화후 25일까지의 3배체는 모두 외형적으로 발달한 생식소를 구축하고 있었으며, 내부 조직학적 형태 차이에 의해 난소와 정소로의 초기 생식소 구분 양상을 보이기 시작하였으나, 2배체와 3배체간 조직학적 차이를 발견할 수 없었다. 이와 이(1990)는 생식소의 성분화 속도는 종간은 물론 동일 어종내에서도 사육수온, 개체간의 성장 차에 따라 차이가 난다고 보고하고 있어 생식소 분화 연구시 사육 조건에 따른 체장의 차이를 고려해 보아야 할 것이다.

생식소 분화 과정에서 성분화가 완전히 일어나기전 난소와 정소로 분화되는 원시생식소의 식별에는 여러 가지 방법이 있으나 분화에 관여하는 체세포성 간질세포들의 분포와 변화로 조기판정할 수 있으며, 이들 세포가 난소와 정소로의 분화에 관여한다고 보고되고 있다. Shimizu and Takahashi (1980)는 큰가시고기에서 체세포의 분포로 난소형과 정소형 생식소를 구분하고 있으며, Takashima et al. (1980)은 무지개송어에서 원시생식소의 간질세포들이 생식소 성장과 더불어 난소에서는 여포세포로, 정소에서는 sertoli cell로 분화, 발달한다고 보고하고 있다. 본 연구에서 생식소 발달에 따른 체세포군은 2배체와 3배체 모두 두 가지 형태로 생식용기 내에서 식별할 수 있었으나, 난소형 및 정소형 생식소를 조기 판정할 만한 차이가 나는 분포 및 형태적 특징은 관찰할 수 없었고 계속해서 난소 및 정소 분화에 어떤 영향을 미치는지에 대해서 관찰되어야 할 것이다.

시원생식세포의 형태는 넙치와 감성돔 그리고 무지개송어의 자어를 비롯하여 대부분 어종의 체벽 중배엽 섬유성 간층직에서 난형 또는 구형으로 식별된다고 보고되고 있다(Takashima et al. 1980 ; 이와 이 1990 ; 이 등 1994). 본 연구에서 2배체와 3배체의 시원생식세포 형태는 출현 당시 전기자어의 중신관과 장관사이에 원반형으로 밀착되어 나타났다. 이후 개체의 구조적인 체체가 서서히 발달하면서 원시생식소 내에서 난형을 거쳐 구형에 가까운 형태로 나타나는 것으로 사료된다. 그리고, 2배체와 3배체간 시원생식세포 크기 및 조직학적 특성은 전반적으로 유의한 차이를 나타내 보이지 않았다.

3배체 어류의 생식소 성장은 2배체에 비해 느리고, 생식소 속도지수 역시 매우 낮다. 육봉형 대서



양연어의 3배체 암컷 생식소 속도지수는 2배체에 비해 7.7%, 수컷은 2배체에 비해 52% 수준으로 매우 낮다고 보고되고 있다(Benfey and Sutterlin 1984). 본 연구에서 원시생식소의 중량 비교는 어려워 결과를 얻을 수 없었지만 시원생식세포가 구조적 체제를 갖춘 생식소로 발달해감에 따라 시원 생식세포의 분포 길이 및 원시생식소의 길이 성장은 초기 생식소 형성 과정에서부터 2배체에서 3배체보다 더 빠른 발달 경향을 보였다.

본 연구에서는 성적 미분화기에 3배체 미꾸라지에서의 시원생식세포의 출현과 원시생식소 형성에 따른 시원생식세포의 분열 증식 그리고 체세포성 요소로 부터의 생식소 구축이 2배체에서와 같이 정상적으로 일어나고 있어, 3배체 미꾸라지의 발생 초기에 있어 성호르몬 변화 양상을 대조군과 비교하여야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

유도된 3배체 미꾸라지 *Misgurnus mizolepis*의 자, 치어를 재료로 시원생식세포의 출현, 생식 용기 및 원시생식소 형성 및 발달 과정을 조사하여 2배체와 비교하였다.

2배체와 3배체 모두 시원생식세포는 부화후 2일, 체후부의 중신관과 장관사이의 섬유성 간층직을 따라 식별되었다. 생식 용기는 부화후 4~5일 체벽 상피로부터 복강으로 돌출되기 시작하였고 원시생식소는 부화후 8일의 후기자어에서 식별되어, 부화후 20~25일까지 시원생식세포들의 분열 증식과 풍부한 섬유성 결체조직의 형성과 함께 앞쪽으로 신장되어가는 선상의 생식소로 나타나 두 실험군 모두 동일한 조직학적 특성을 보였다. 시원생식세포의 형태는 2배체와 3배체 모두 원반형에서 타원형 내지 구형으로 발달되었고 크기의 차는 없었으나, 원시생식소의 길이는 2배체가 3배체에 비해 길게 나타났다.

## 감사의 글

본 연구를 위해 아낌없이 지도 편달해주신 故 이택열 교수님께 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- Benfey, T. J. and A. M. Sutterlin, 1986. Growth and gonadal development in triploid landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41 : 1387-1392.
- Davies, P. R. and F. Takashima, 1980. Sex differentiation in Common carp, *Cyprinus carpio*. J. Tokyo Univ. Fish., 66 : 191-199.
- Kim, D. S., K. Y. Lee, and T.-Y. Lee, 1990. Gonadal sex differentiation in *Misgurnus mizolepis*. Korean J. Ichthyol., 2 : 95-105.
- Kim D. S., J.-Y. Jo, and T.-Y. Lee, 1994. Induction of triploidy in mud loach (*Misgurnus mizolepis*) and its effect on gonad development and growth. Aquaculture, 120 : 263-270.
- Simizu, M. and M. Takahashi, 1980. Process of sex differentiation of the gonad and gonoduct of the three spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 31 : 137-148.

- Takashima, F., R. Patino and M. Nomura, 1980. Histological studies on the sex differentiation in Rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46 : 1317-1322.
- Thorgaard, G. H. and S. K. Allen Jr., 1987. Chromosome manipulation and markers in fishery management In : N. Ryman and F. Utter (Editors), Population Genetics and Fishery Management. Univ. Washington Press, Seattle, 319-331 pp.
- Wiley, M. J. and L. D. Wike, 1986. Energy balances of diploid, triploid, and hybrid grass carp. Trans. Am. Fish. Soc., 115 : 853-863.
- Yoshikawa, H. and M. Oguri, 1978. Sex differentiation in a cichlid, *Tilapia zilli*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 44 : 313-318.
- Yoshikawa, H. and M. Oguri, 1979. Gonadal sex differentiation in the medaka, *Orizias latipes* with special regard to the gradient of the differentiation of testis. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52 : 1115-1121.
- 김동수 · 김종현 · 박인석, 1992. 태반성 성선 자극 호르몬 (human chorionic gonadotropin) 처리에 의한 미꾸라지의 산란 유도 및 연중 다산란 유도를 위한 연구. 한국양식학회지, 5 : 109-115.
- 김형배, 1988. 참돔, *Pagrus major*의 성분화와 생식소 발달. 부산수산대학교 박사학위논문, 59 pp.
- 이영돈 · 이택열, 1990. 넙치, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel)의 성분화와 생식소 발달. 제주대 해양연보, 14 : 61-86.
- 이영돈 · 강법세 · 이정재, 1994. 감성돔, *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker)의 성분화. 한국어류학회지, 6 : 237-243.