

한국산 미꾸리과 Cobitidae(잉어목) 어류의 정자 미세구조

박 종 영 · 김 익 수
전북대학교 자연과학대학 생물학과

미꾸리과 어류의 6속 12종의 정자에 대하여 전자현미경으로 조사한 결과, 미꾸리과 어류의 정자는 첨체가 없고 머리(핵)와 짧은 중편, 그리고 하나의 꼬리로 구성되어 있으며, 수중으로 배정되는 무첨체 수중형의 정자형태(anacrosomal aquasperm)를 보였다. 그러나 *Nemacheilus toni*는 발생도중에 핵에 첨체의 흔적적인 acrosomal vesicle이 존재하였으며, *N. toni*의 정자의 핵은 방추형이었으나 나머지 미꾸리과 어류는 거의 원형이었다. 정자의 중편의 길이는 $3\mu\text{m}$ 이하로 ring모양의 미토콘드리아가 5-8개 존재하였다. 짧은 중편($0.7-2.0\mu\text{m}$)의 *Cobitis*, *Iksookimia*, *Niwaella*, *Nemacheilus*, 그리고 비교적 긴 중편($2.0-2.7\mu\text{m}$)의 *Misgurnus*속과 *Lefua*속으로 구분되었다. 편모는 전형적인 9+2구조를 보였으며, 돌기물(fin)이 존재하지 않았다.

서 론

미꾸리과 어류는 유럽과 아시아 및 북부 아프리카의 담수역에 서식하는 소형의 저서성 어류로서 국내에 서식하는 미꾸리과 어류는 종개속 *Nemacheilus*, 쌀미꾸리속 *Lefua*, 수수미꾸리속 *Niwaella*, 미꾸리속 *Misgurnus*, 기름종개속 *Cobitis*, 그리고 참종개속(국명신칭) *Iksookimia* 등 6속 17종이 있으며 그 가운데 8종은 한국 고유종으로 알려져 있다 (김·강, 1993; Nalbant, 1993, 1994; Kim and Lee, 1995).

국내에 출현하는 미꾸리과 어류는 종간에 형태와 생태 및 지리적 분포가 잘 구별되어 생물학적으로 주목되어 그 가운데 일부 종의 생식소에 대한 조직학적 조사(Kim and Park, 1992, 1993, 1995, 1996)가 이루어졌다. 한편 어류 정자의 형태에 관한 비교 연구가 수행되면서 특히 정자의 미세구조는 문제시 되는 분류군의 분류학적 위치뿐 아니라 그들의 유연관계를 조사하는데 유용한 도구로 이용되고 있을 뿐 아니라(Baccetti, 1970; Jamieson,

1991; Mattei, 1991; Matteri and Thiaw, 1993; Fishelson *et al.*, 1990; Fishelson, 1995), 화학적, 독성학적, 병리학적 연구에도 이용되고 있다 (Billard, 1982; Gibbson *et al.*, 1985; Kenzo, 1993; 原等, 1994). 그러나 미꾸리과 어류에 있어서는 *Acanthopthalmus semicinctus*(Jamieson, 1991)와 미꾸리 *Misgurnus anguillicaudatus*(윤 등, 1993), 그리고 *C. striata*(김·박, 1996)에서만 정자의 미세구조가 보고되었을 뿐이다. 따라서 본 연구는 미꾸리과 어류의 생식생물학에 관한 조사 연구의 일환으로 정자의 미세구조를 비교하고, 아울러 그들의 생물학적 특성에 대한 기초자료를 얻고자 한다.

재료 및 방법

미꾸리과 어류의 정자를 비교 조사하기 위하여 투과전자현미경과 주사전자현미경을 이용하였다. 정자의 투과전자현미경적 관찰을 위해 채집된 어류들을 MS222로 마취시킨 후 정소를 꺼내 1-

결 과

4mm크기로 자른 후 phosphate buffer(pH 7.4)에 희석한 2.5% glutaraldehyde에 1-48시간 전고정시켰다. 전고정된 정소 조직들은 phosphate buffer로 수세한 다음 1% osmium tetroxide에 2시간 후 고정시키고 graded alcohol series로 탈수시켰다. Epon 812를 이용하여 각 조직들을 포매하고 초박절기(ultramicrotome)를 이용하여 일차적으로 후박절편(semithin section)을 하였다. 이러한 절편들은 다시 1% toluidine blue로 염색하여 광학현미경으로 1차 검경한 후 초박절편(ultrathin section)을 하였다. 이러한 초박절편들은 uranyl acetate와 lead citrate로 염색하여 투과전자현미경(JEOL-1200EX)으로 관찰하였다. 주사전자현미경적 관찰을 위해 MS222로 마취시킨 후 정소를 꺼내 1-4mm 크기로 잘라 phosphate buffer(pH 7.4)에 희석시킨 2.5% glutaraldehyde에 1-72시간 전고정시킨 후 phosphate buffer로 수세한 다음 1% osmium tetroxide에 2시간 후고정시켰다. 고정된 각 생식소 조직들은 graded alcohol series를 이용하여 탈수시킨 다음 초산인아말(isoamyl acetate)에 침투시킨 후 액화 CO₂에서 임계점 건조시켰다. 건조된 조직들은 gold로 증착(coating)시켜 주사전자현미경(JEOL JSM-T330A)으로 조사하였다.

1. 기름종개속 *Cobitis* (Table 1 ; Plate 1. 1-6, Plate 2. 1-4)

*Cobitis*속 어류의 핵은 모두 구형의 형태를 가지고 있으며, 편모는 9+2의 축사구조를 가졌다. 반면에 핵 크기와 중편(cytoplasmic collar)의 길이는 종마다 약간의 차이를 나타냈다(Table 1). *C. lutheri*의 핵 크기는 약 1.0 μ m이며, 중편의 길이는 약 1.2 μ m로서 핵보다 약간 길게 편모를 중심으로 양쪽으로 신장되어 있었다(Plate 1. 1-3). 중편에는 앞쪽의 2/3부분에 미토콘드리아들이 분포하고 있었으며 나머지 끝 부분에는 커다란 포(vacuole)가 존재하고 있었다. *C. sinensis* 핵 크기는 약 1.7 μ m이며, 미토콘드리아를 포함하는 중편의 길이는 약 2.0 μ m로 *Cobitis*속 어류중 가장 길었다(Plate 1. 4-6). *C. rotundicaudata* 핵은 구형으로 크기는 약 1.2 μ m이며, 중편의 길이는 약 0.7 μ m로서 *Cobitis*속 중 가장 짧았으며 핵의 크기도 가장 작았다(Plate 2. 1-3). *C. granoei* 핵 크기는 약 1.7 μ m, 중편의 길이가 약 0.7 μ m이었다(Table 1).

2. 참종개속 *Iksookimia* (Table 1 ; Plate 2. 5-9)

*Iksookimia*속 어류의 핵도 *Cobitis*속 어류와 마찬가지로 거의 구형의 형태를 갖는다. *I. longicorpus*(Plate 2. 4-6)핵은 약 1.5 μ m의 크기를 가지

Table 1. Relation between the nucleus size and length of cytoplasm collar of midpiece in the family Cobitidae of Korea

Species	Size of nucleus (μ m)	Length of cytoplasmic collar (μ m)	Length of cytoplasmic collar/size of nucleus
<i>C. lutheri</i>	1.0	1.2	0.8
<i>C. sinensis</i>	1.7	2.0	1.2
<i>C. rotundicaudata</i>	1.2	0.7	0.6
<i>C. granoei</i>	1.7	0.7	0.4
<i>Iksookimia longicorpus</i>	1.5	1.2	0.8
<i>I. koreensis</i>	2.0	1.6	0.8
<i>I. pumila</i>	1.5	0.9	0.6
<i>I. choii</i>	1.6	1.0	0.6
<i>Niwaella brevifasciata</i>	1.4	1.1	0.8
<i>Nemacheilus toni</i>	1.5	1.4	0.9
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	0.8	2.0	2.5
<i>Lefua costata</i>	1.2	2.7	2.3

며 중편은 길이가 약 1.2 μm 로서 핵보다 짧았다. *I. korensis* 핵은 크기가 2.0 μm 로서 비교적 크며 미토콘드리아를 포함하는 중편의 길이는 약 1.6 μm 로서 핵보다 짧았다. 중편은 끝으로 갈수록 뽀족해지는 특징을 보였다. *I. pumila* 핵은 크기가 약 1.5 μm , 중편의 길이는 약 0.9 μm 로서 비교적 짧았으며, 여러개의 미토콘드리아가 분포하고 있었다(Plate 2. 7-9). *I. choii*의 핵 크기는 약 1.6 μm 이며 중편에는 여러개의 미토콘드리아가 여러개 존재하며 길이는 약 1.0 μm 이었다(Table 1).

3. 수수미꾸리속 *Niwaella* (Table 1 ; Plate 3. 1-3)

*N. brevifasciata*의 핵은 구형으로서 크기는 약 1.4 μm 이었으며 중편의 길이는 약 1.1 μm 로서 오히려 핵보다 짧았다. 중편의 끝 부분에는 작은 vacuole이 존재하고 있었다. 편모의 basal body인 원중심질이 핵의 표면과 비스듬하게 위치하고 있었다. 편모의 장축을 따라 cytoplasmic canal과 편모 사이에 작은 vacuole로 구성된 길다란 사립체집이 있었으나 정자변태 과정에서 소실되었다.

4. 종개속 *Nemacheilus* (Table 1 ; Plate 3. 4-11)

*N. toni*의 핵은 구형이 아닌 방추형이며, 크기는 약 1.5 μm 이었다(Plate 4. 9-10). 특히 종개는 발생 과정에서 흔적적인 첨체(acrosomal like vesicle)가 존재하는 특징을 보였으나 정자변태 과정 후기에 소실되는 것이 관찰되었다(Plate 3. 4-8). 중편은 길이가 약 1.4 μm 로서 핵의 크기와 비슷한 길이를 가지고 있다. 편모는 전형적인 9+2구조의 axoneme으로 구성되었다(Plate 3. 11).

5. 미꾸리속 *Misgurnus* (Table 1 ; Plate 4. 1-2)

*M. anguillicaudatus*의 핵은 거의 원형에 가깝고 크기는 0.8 μm 로 비교적 작았다. 핵의 함입구인 nuclear fossa의 형태는 다른 종과 같이 "∩" 모양이 아니라 "┌" 또는 "└" 모양을 하고 있어 중심질과 편모의 기부가 nuclear fossa 바깥에 위치하는 특이한 구조를 가지고 있었다(Plate 4. 1-2). 또한

중편은 길이가 약 2.0 μm 으로서 상당히 길었다. 특히 핵 크기와 비교해 보면 약 2.5배가 더 길게 나타나고 있어 미꾸리과 어류중에서 가장 큰 값을 나타내는 특징을 가지고 있다(Table 1).

6. 쌀미꾸리속 *Lefua* (Table 1 ; Plate 4. 3-5)

*L. costata*의 핵은 거의 원형으로써 크기는 약 1.2 μm 였다. nuclear fossa는 쐐기모양으로 핵 안쪽으로 형성되어 있다. 중편은 길이가 약 2.7 μm 이었고 핵 크기와 비교해 보면 핵보다 약 2.2배 정도 길었다(Table 1). 또한 중편은 핵 기부에서부터 중편의 약 1/3 부분까지 미토콘드리아가 존재하였다. 편모는 전형적인 9+2구조의 axoneme을 가졌다(Plate 4. 3-4).

고 찰

한국산 미꾸리과 어류의 정자는 다른 경골어류(Jamieson, 1991 ; Mattei, 1991)와 마찬가지로 방추형의 핵을 가지는 *N. toni*를 제외하고 모두 원형의 핵을 가지는 두부와 짧은 중편, 그리고 9+2구조의 하나의 편모로 구성된 꼬리로 되어 있다. 또한 *N. toni*를 제외한 모든 미꾸리과 어류는 첨체없이 수중으로 배정되는 무첨체 수중형(anacrosomal aquasperm type)이었다. 진골어류에 있어서 정자의 첨체의 유무는 알의 동물극에 있는 난문(micropyle)의 존재와 밀접한 관계가 있다(Ginsburg, 1968 ; Jamieson, 1991). 난문을 가지는 어류에서는 첨체를 가지는 정자처럼 plasma membrane을 관통할 필요없이 난문을 통해서 정자가 직접 들어가 수정하기 때문에 정자에 첨체의 필요성이 없다고 설명하였다. 일부 미꾸리과 어류인 *I. pumila*, *C. rotundicaudata*, *N. toni*(박, 1996), *M. anguillicaudatus*(윤 등, 1993) 등에서 난문이 관찰되고 있어 첨체와 난문과의 관련성을 짐작할 수 있다.

*N. toni*의 정자의 핵은 원형을 가지는 다른 미꾸리과 어류와 다르게 탄알모양의 방추형을 하고 있는데 이러한 형태는 레피소스테우스목 Lepisosteiformes의 *Lepisosteus osseus* (Afzelius, 1978)에

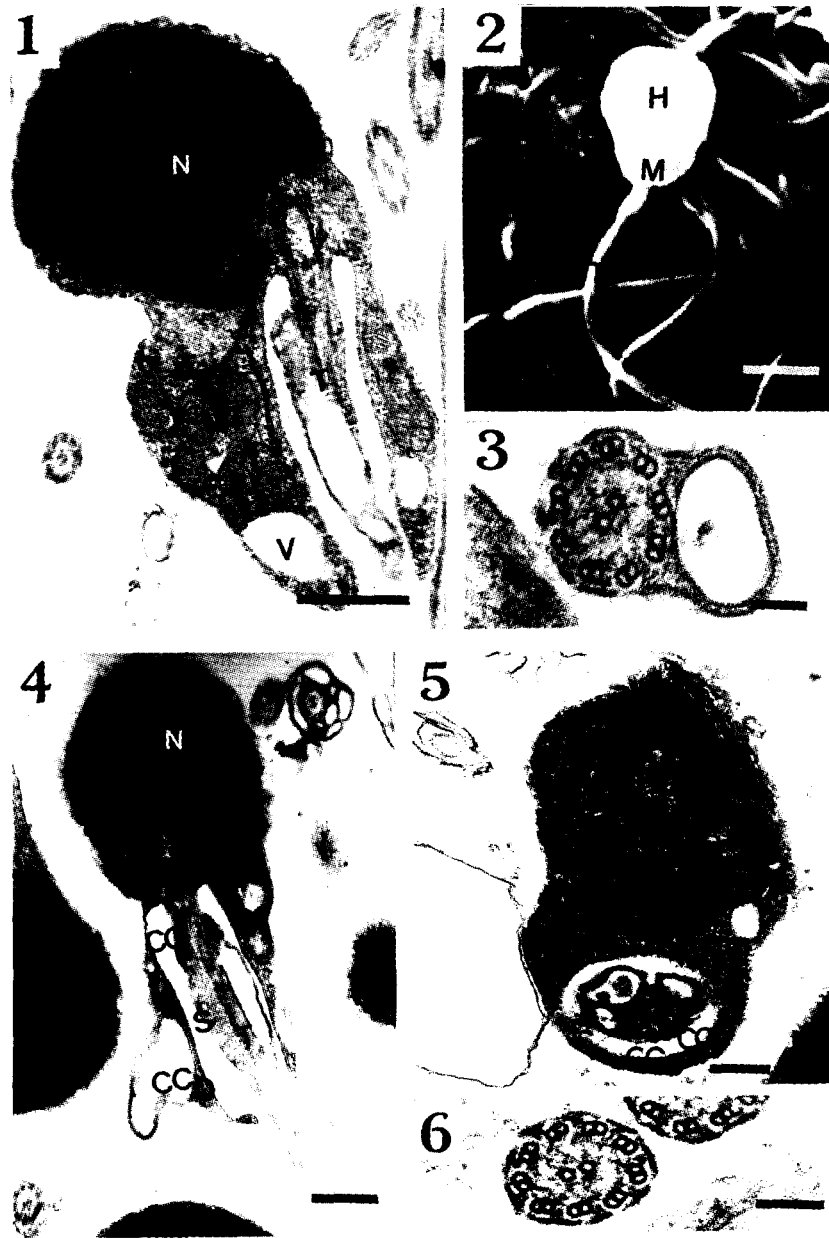


Plate 1. Electron micrographs of spermatozoa of Cobitidae from Korea.

1-3. *Cobitis lutheri* : 1. Longitudinal section of the spermatozoon ; 2. Scanning electron microscope ; 3. Transverse section of axoneme, showing absence of fins. Bars=0.1 μ m. 4-6. *C. sinensis* : 4. Longitudinal section of the spermatozoon ; 5. Transverse section of the midpiece at beginning of the cytoplasmic canal ; 6. Transverse section of axoneme. Bar=0.5 μ m, 0.2 μ m, 0.1 μ m. AX, axoneme ; CC, cytoplasmic canal ; CC0, cytoplasmic collar ; F, fossa ; H, head ; M, midpiece ; N, nucleus ; MT, mitochondrion ; S, sheath ; T, tail ; V, vacuole.

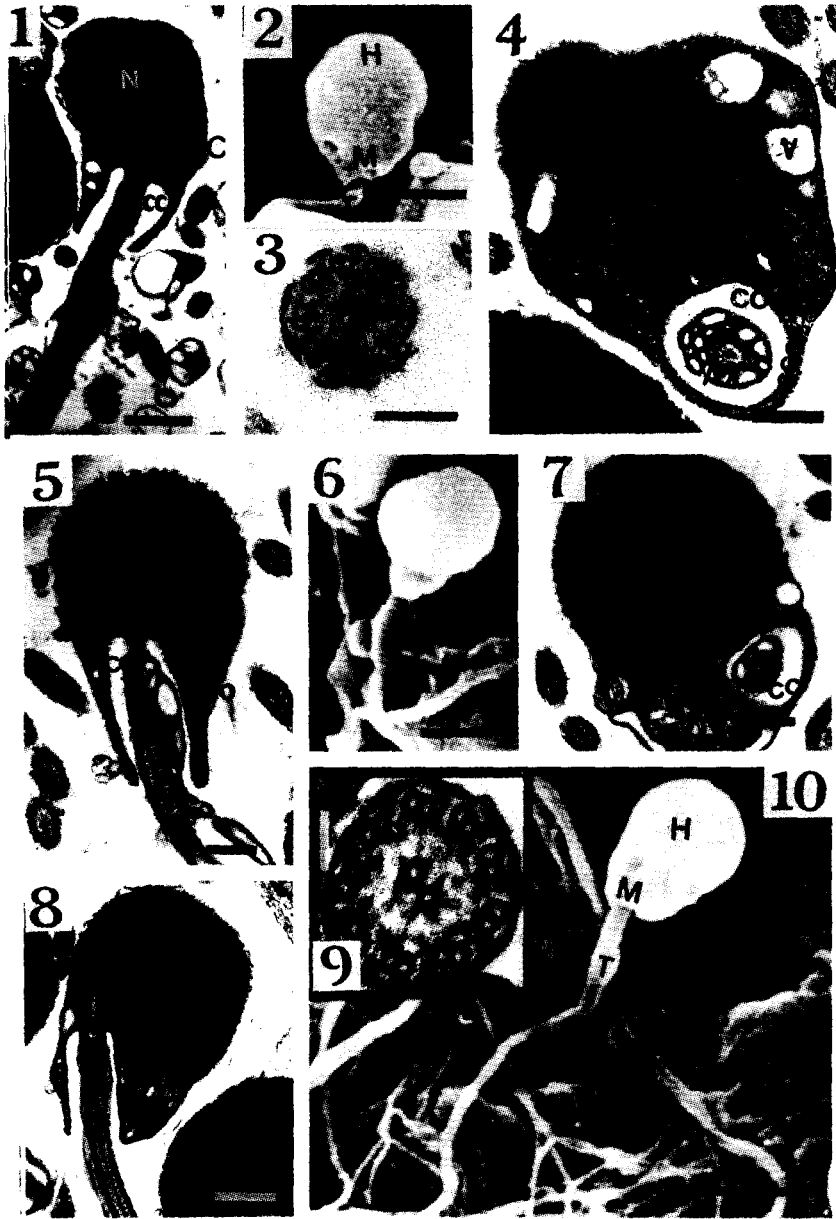


Plate 2. Electron micrographs of spermatozoa of Cobitidae from Korea.

1 - 4. *Cobitis rotundicaudata* : 1. Longitudinal section of the spermatozoon ; 2. Scanning electron microscope ; 3. Transverse section of axoneme ; 4. transverse section of the midpiece at beginning of the cytoplasmic cana. Bar=0.5 μ m, 0.1 μ m, 0.2 μ m, 0.2 μ m. 5 - 7. *Iksookimia koreensis* : 5. Longitudinal section of the spermatozoon ; 6. Scanning electron microscope ; 7. Transverse section head and midpiece. Bar=0.5 μ m, 0.1 μ m, 0.1 μ m. 8 - 10. *I. pumila* : 8. Longitudinal section of the spermatozoon ; 9. Transverse section of axoneme ; 10. Scanning electron microscope. Bar=0.5 μ m, 0.1 μ m, 0.1 μ m. AX, axoneme ; CC, cytoplasmic canal ; CC0, cytoplasmic collar ; DC, distal centriole ; F, fossa ; H, head ; N, nucleus ; M, midpiece ; MT, mitochondrion ; T, tail ; V, vacuole.

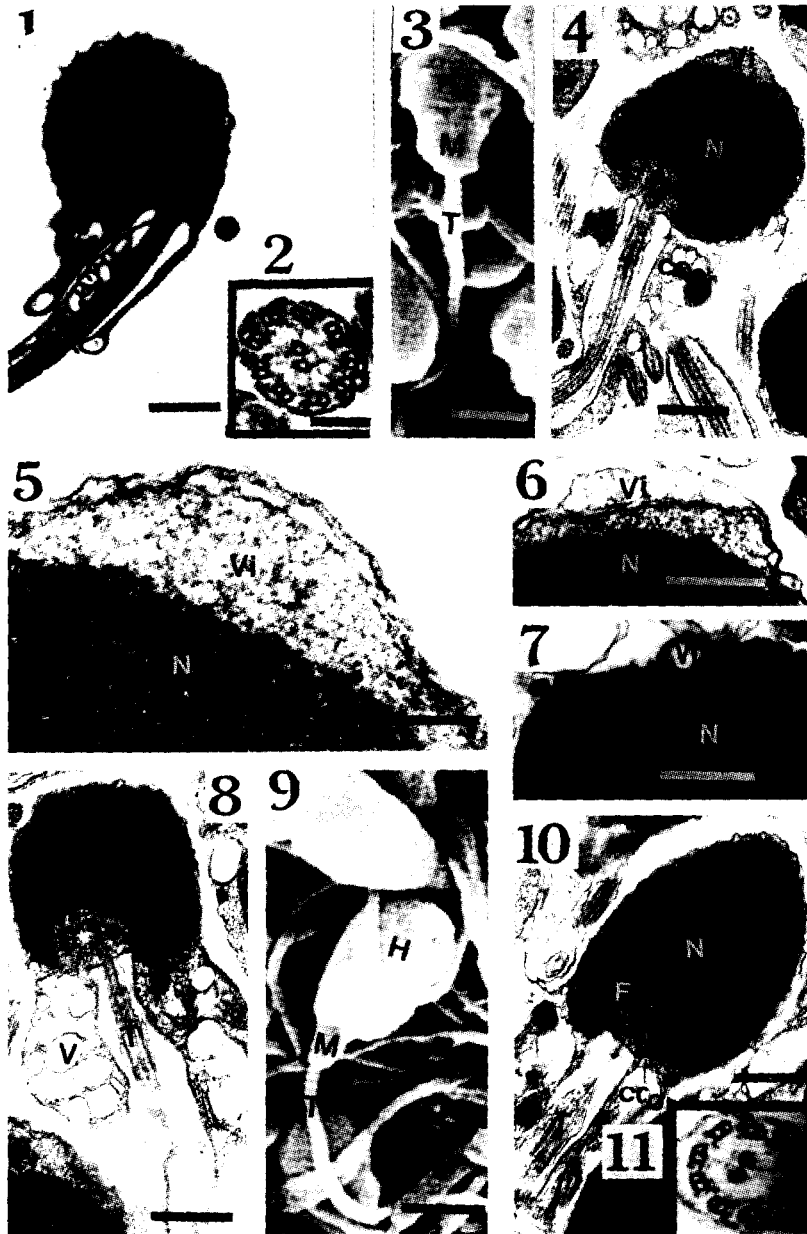


Plate 3. Electron micrographs of spermatozoa of Cobitidae from Korea.

1 - 3. *Nivaeella brevifasciata* : 1. Longitudinal section of the spermatozoon ; 2. Transverse section of axoneme ; 3. Scanning electron micrograph. Bar = 0.5 μ m, 0.1 μ m, 0.1 μ m. 4 - 10. *Nemacheilus toni* : 4 - 7. Head of the spermatozoon, showing vestigial acrosome or acrosome-like vesicle in the anterior region of the nucleus during spermiogenesis ; 8. Disappearance of vestigial acrosome at the late of spermiogenesis ; 9. Scanning electron micrograph ; 10. Longitudinal section of the spermatozoon. The nucleus is conic or bullet-shaped ; 11. Transverse section of axoneme. Bar = 0.5 μ m, 0.2 μ m, 0.2 μ m, 0.2 μ m, 0.5 μ m, 0.1 μ m, 0.5 μ m, 0.1 μ m. CCO, cytoplasmic collar ; F, fossa ; H, head ; M, midpiece ; N, nucleus ; S, sheath ; T, tail ; V, vacuole ; Vi, vestigial acrosome or acrosome-like vesicle.

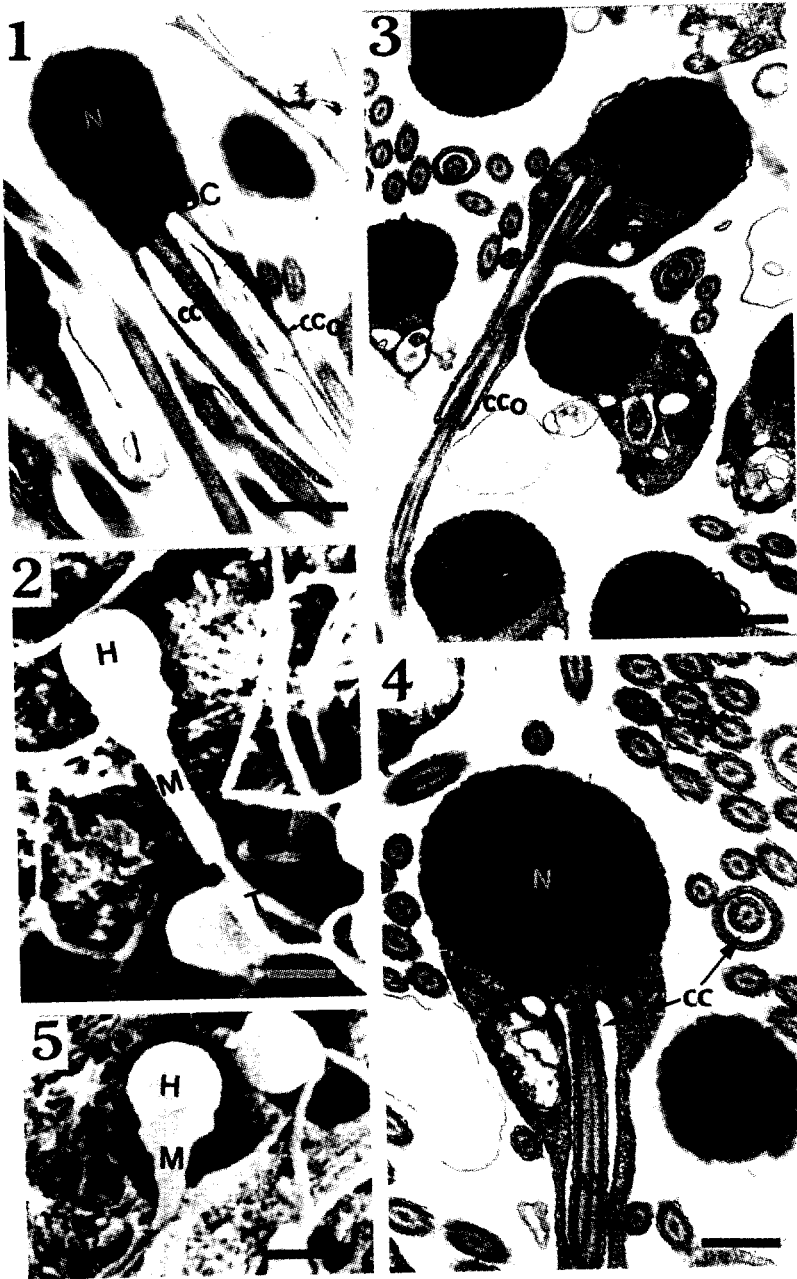


Plate 4. Electron micrographs of spermatozoa of Cobitidae from Korea.

1 - 2. *Misgurnus anguillicaudatus* : 1. Longitudinal section of the spermatozo, showing long midpiece ; 2. Scanning electron micrograph. Bar=0.5 μ m, 0.1 μ m. 3 - 5. *Lefua costata* : 3 - 4. Longitudinal section of the spermatozoon, showing long midpiece ; 5. Scanning electron micrograph. Bar=0.5 μ m, 0.5 μ m, 0.1 μ m. AX, axoneme ; CC, cytoplasmic canal ; CCO, cytoplasmic collar ; DC, distal centriole ; F, fossa ; H, head ; M, midpiece ; MT, mitochondrion ; N, nucleus ; T, tail.

서도 나타나고 있었다. 또한 *N. toni*의 핵에는 무첨체의 미꾸리과 어류와는 다르게 첨체(acrosome)의 흔적인 acrosome-like vesicle를 가지고 있었으며 이 구조는 정자변태 과정 후기에는 관찰되지 않아 소실된 것으로 생각된다. Jamieson(1991)과 Mattei(1991)에 따르면 진골어류의 정자에서 첨체는 진화과정중에 소실되어 거의 대부분 존재하지 않으나 일부 종에 있어서 나타나는 흔적적인 첨체는 정자의 성숙과정중에 사라진다고 한다. 실제로 *N. toni*의 알에서 난문이 관찰되고 있어(박, 1996) 이 종 역시 다른 미꾸리과 어류와 마찬가지로 수정을 위해 첨체가 필요치 않은 무첨체형의 정자임을 알 수 있다. 보통 Neopterygii에서 첨체의 소실은 파생형질(apomorphy)인 반면에 다른 척추동물에서는 이러한 첨체를 가지는 경우는 원시형질(plesiomorphy)이라고 보고된 바 있다 (Jamieson, 1991; Mattei 1991). 이러한 흔적적인 첨체를 가지는 어류는 *Gambusia affinis*, *Lepadogaster lepadogaster* (Mattei and Thiaw, 1993), *Carassius auratus* (Guan, 1988)등에서 보고된 바 있었다.

일반적으로 어류의 정자는 하나의 편모를 가지는 uniflagellate sperm, 2개의 편모를 가지는 biflagellate sperm, 그리고 편모를 가지지 않는 aflagellate sperm으로 크게 구분되고 있는데(Jamieson, 1991; Suquet et al., 1993; Fishelson, 1995), 미꾸리과 어류 편모는 어류에서 일반적으로 나타나는 1개의 편모를 가지는 uniflagellate sperm이었다. 그리고 이러한 주위쌍미세포관(periaxoneme)에는 lamella모양이나 vacuole로 되어 있는 길다란 mitochondrial sheath가 편모의 축을 따라 존재하는데 정자의 성숙과정중에 소실되는 것이 관찰되었다. 중심소체 부근과 세포질이 편모의 양측면에 수직으로 신장되어 형성된 중편에는 작은 여러개의 미토콘드리아가 분포하고 있었다. 미꾸리과 어류에서 중편의 길이는 모두 3.0 μ m 이하였다 (Table 1). 그 중 *Cobitis*, *Iksookimia* 그리고 *Niwaella* 및 *Nemacheilus*속 어류는 0.7-2.0 μ m로서 비교적 짧은 반면에 *Misgurnus*속에서는 2.0 μ m, *Lefua*속에서는 2.7 μ m로 상당히 길었다. 그리고 핵 크기와 중편의 길이를 비교해 본 결과(Table 1), *Cobitis*, *Iksookimia*, *Niwaella* 그리고 *Nema-*

*cheilus*속 어류에서는 0.4-1.2 μ m로서 비교적 짧았다. 반면에 *M. anguillicaudatus*의 중편의 길이는 *L. costata*보다 짧았으나 핵의 크기와와의 상대적인 길이에서는 *M. anguillicaudatus*가 2.5 μ m로서 2.3 μ m보다 오히려 길었으며, 미꾸리과 어류중에서 가장 긴 특징을 보였다. 정자의 핵이 안쪽으로 들어가서 약간 함몰되어 있는 함입부(basal fossa of nucleus 또는 fossa)에는 미토콘드리아와 중심소체(centrioles), 그리고 편모의 기부가 존재하며, 함입부의 형태는 “ \cap ”모양을 하고 있으나 *M. anguillicaudatus*은 “ \neg ” 또는 “ \perp ”모양을 하고 있었다. 특히 같은 미꾸리과 어류인 *Acanthopthalmus semicinctus*(Jamieson, 1991)는 거의 “ \cap ”모양을 하고 있었으며, *Sardinops melanoticus*(原等, 1994)와 *Plecoglossus altivelis*(Kenzo, 1993)에서는 안쪽으로 깊이 패인 “ \sqcap ”형태가 알려져 있다.

이상과 같이 미꾸리과 어류 6속 12종의 정자를 조사한 결과, *Cobitis*와 *Iksookimia*, 그리고 *Niwaella*는 거의 비슷한 구조를 가지고 있었으나 *Nemacheilus* 및 *Misgurnus*, 그리고 *Lefua* 어류는 정자의 미세구조에 있어서 차이점을 보여 주었다.

또한 黑倉(1992)는 중편부에 포함되는 미토콘드리아를 수와 형태에 따라 구분하기도 하였는데 *C. striata*는 정자의 중편부에 “ring”모양의 작은 미토콘드리아가 5-8개가 있었다. 그리고 이러한 미토콘드리아들은 편모의 양쪽을 cytoplasmic canal에 의해서 분리되는 특징을 보였다. 또한 미꾸리과 어류의 편모는 9쌍의 이중미소관과 2개의 중심미소관으로 구성된 축사를 가지는 전형적인 9+2구조를 보여 주었는데 이것은 진골어류 정자의 일반적인 구조로 알려져 있다(Mattei, 1988). 그러나 일부 뱀장어류에서는 9+0(Jamieson, 1991), *Tilapia*에서는 9+1구조를 갖는 것으로 보고된 바 있었다(Bern et Avtalion, 1990). 한편 편모에는 편모의 원형질막(plasma membrane)이 세로로 신장되어 형성된 편평한 fin이 1개 또는 2개를 갖는 경우, 그리고 소실되는 3가지 type이 알려졌는데(Jamieson; 1991) *C. striata*에는 이러한 fin들은 관찰되지 않았다.

이와 같이 정자의 핵의 모양, 첨체의 유무, 중편

의 길이, 미토콘드리아의 수, 편모의 수등은 어류의 계통분류의 형질로서도 이용되고 있어(Jamieson, 1991; Mattei, 1991) 앞으로 이러한 미꾸리과 어류 정자의 비교 검토의 결과는 미꾸리과 어류의 생식생물학 및 계통분류의 연구에 새로운 기초 자료를 제시하리라 기대된다.

사 사

전자현미경의 작업에 많은 도움을 주신 전북대학교 생물학과 고병문 박사와 김학수 선생께 진심으로 감사드립니다. 이 논문은 1995년도 교육부 기초과학육성연구비(BSRI-95-4428)의 지원을 받아 이루어진 것입니다.

인용 문헌

- 김익수·강언중. 1993. 원색한국어류도감. 아카데미서적. pp. 176 - 186.
- 김익수·박종영. 1996. 한국산 줄종개 *Cobitis striata* (미꾸리과)의 정소 및 정자의 구조. 한국어류학회지 8(1) : 1 - 8(투고중).
- 박종영. 1996. 한국산 미꾸리과(Cobitidae) 어류의 생식소에 관한 형태학적 연구. 전북대 대학원 박사학위논문. pp. 1 - 158.
- 윤종만·김계웅·노순창·박홍양. 1993. 한국산 미꾸리에 관한 육종번식학적 연구 V. 미꾸리의 수컷의 뇌하수체와 정소의 미세구조. 동물자원연구지 18. 11 - 22.
- 原政子·石島鈍夫·忠山宗雄. 1994. マイウシの微細構造と運動の觀察. 日本魚類學會誌 41 : 322 - 325.
- 黒倉 壽. 1992. 精子の凍結保存 - 魚類. 毛利秀雄監修. 森澤正昭·星元紀編. 精子學. 東京大學出版, 東京, pp. 238 - 246.
- Afzelius, B. A. 1978. Fine structure of the garfish spermatozoon. J. Ultrastructure Res. 64 : 309 - 314.
- Baccetti, B. 1970. Comparative spermatology. Academic Press, New York. pp. 1 - 254.
- Bern, O. and R. R. Avtalion 1990. Some morphological aspects of fertilization in *Tilapia*. J. Fish Biol. 36 : 375 - 381.
- Billard, R., A. Fostier, C. Weil, and B. Breton. 1982. Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39 : 65 - 79.
- Fishelson, I., R. N. Gibson, and Y. Delarea. 1990. Unusual cell organells during spermiogenesis in two species of gobies(Gobiidae, Teleostei). Cell Tissue Res. 262 : 397 - 400.
- Fishelson, I. 1995. Unilateral winged flagellum of sperm in *Badis badis*(Pisces : Teleostei). Copeia 1995 : 241 - 243.
- Gibbson, A. S., B. Bacceti and I. R. Gibbson. 1985. Live and reactivated motility in the 9+0 flagellum of *Anguilla* sperm. Cell Motil., 5 : 333 - 350.
- Ginsburg, A. S. 1968. Fertilization in fishes and the problem of polyspermy. T. A. Detlaf, Moscow(Translated from Russian by the Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1972).
- Guan, T. L. 1988. The vesicle in the head of gold fish sperm. Sci. Bull.(Beijing), 34 : 457 - 465.
- Jamieson, B. G. M. 1991. Fish evolution and systematics : Evidence from spermatozoa. Cambridge Univ. Press, New York, pp. 1 - 319.
- Kenzo, U. 1993. Motility and morphology of sperm of the Ayu, *Plecogloss altivelis*, at different salinities, Japan. J. Ichthyol. 40 : 273 - 278.
- Kim, I. S. and W. O. Lee, 1995. *Niwaella brevifasciata*, a new cobitid fish (Cypriniformes : Cobitidae) with a revised key to the species of *Niwaella*. Japan. J. Ichthyol. 42 : 285 - 290.
- Kim, I. S. and J. Y. Park. 1992. Sex ratio and hermaphroditism of *Cobitis lutheri* (Pisces, Cobitidae) from Korea. Korean J. Ichthyol. 4 : 72 - 76.
- Kim, I. S. and J. Y. Park. 1993. Histological studies of gonad in the hybrid species *Cobitis sinensis - longicarpus* complex (Pisces, Cobitidae). Korean J. Ichthyol. 5 : 226 - 234(In Korean).
- Kim, I. S. and J. Y. Park. 1995. Adhesive membrane of oocyte in korean cobitid species (Pisces, Cobitidae). Korean J. Zool. 38 : 212 - 219.
- Kim, I. S. and J. Y. Park. 1996. Adhesive membrane of oocyte in four loaches (Pisces : Cobitidae) of Korea. Korean J. Zool. 39 : 199 - 207.
- Mattei, X. 1988. The flagellar apparatus of spermatozoa in fish. ultrastructure and evolution. Biol. Cell. 63 : 151 - 158.

- Mattei, X. 1991. Spermatozoon ultrastructure and its systematic implications in fishes. *Can. J. Zool.* 69 : 3038 - 3055.
- Mattei, X. and O. M. Thiaw. 1993. Acrosome like structure in the spermatozoa of teleost fishes. *Can. J. Zool.* 71 : 883 - 888.
- Nalbant, T. T. 1993. Some problems in the systematics of the genus *Cobitis* and its relative (Pisces, Ostariophysi, Cobitidae). *Rev. Rome. Biol. Biol. Anim.*, Tome 38, No. 2, pp. 101 - 110.
- Nalbant, T. T. 1994. Studies on loaches (Pisces : Ostariophysi : Cobitidae). I. An evaluation of the valid genera of Cobitidae. *Trav. Mus. Hist. Nat. "Grigore Antipa"*, XXXIV : 375 - 380.
- Suquet, M., G. Dorange, M. H. Omnes, Y. Normant, A. Le Roux and C. Fauvel. 1993. Composition of the seminal fluid and ultrastructure of the spermatozoon of turbot (*Scophthalmus maximus*). *J. Fish Biol.* 42 : 509 - 516.

Fine Structure Spermatozoa of Cobitidae(Pisces : Cypriniformes) from Korea

Jong - Young Park and Ik - Soo Kim

Department of Biology, College of Natural Sciences, Chonbuk National University
Chonju 561 - 756, Korea

The ultrastructure of the spermatozoa of the family Cobitidae, 6 genera and 12 species, was examined under electron microscopes. Spermatozoa of the observed species consist of a head(nucleus), a short midpiece, and a single tail(flagellum). It is of anacrosomal aquasperm type, lacking an acrosome. However, the spermatozoa of *Nemacheilus toni* has vestigial acrosome or acrosome - like vesicle in the anterior region of the nucleus during spermiogenesis. The nucleus of Cobitidae is approximately spherical except that *N. toni* is conic. The midpiece was under 3.0 μ m in length and contained 5 - 8 ring - shaped mitochondria. Genera *Cobitis*, *Iksookimia*, *Niwaella*, and *Nemacheilus*. have shorter midpiece, whereas *Misgurnus* and *Lefua* have longer midpiece. The flagellum was uni-flagellate consisting of a typical 9+2 axoneme without fins.