

## 밀어 (*Rhinogobius brunneus*)와 민물검정망둑 (*Tridentiger brevispinis*)의 흡반 구조에 관한 연구

김택영<sup>1,2</sup>, 손성원<sup>1</sup>, 최병진<sup>2</sup>, 박창현<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>경남대학교 생명과학부, <sup>2</sup>한국자연환경연구소, <sup>3</sup>고려대학교 의과대학 전자현미경실

### **A Study of Structure of the Sucker of Common Freshwater Goby (*Rhinogobius brunneus*) and Triden Goby (*Tridentiger brevispinis*)**

Taik-Young Kim<sup>1,2</sup>, Sung-Won Son<sup>1</sup>, Byung-Jin Choi<sup>2</sup> and Chang-Hyun Park<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Life Science, College of Natural Science, Kyung-nam University, Kyung-nam 630-701,

<sup>2</sup>Korea Natural Environment Institute, <sup>3</sup>Electron Microscope Facility,

College of Medicine, Korea University, Seoul, 136-705, Korea

(Received January 26, 2002; Accepted February 25, 2002)

#### ABSTRACT

The structures of sucker of two Cobiidae; Common freshwater goby and Triden goby were observed by light and electron microscopy.

Scanning electron microscopy revealed the characteristic narrow ridges and grooves on the apical portion of sucker of Common freshwater goby, and hexagonal structures similar to a honeycomb representing the intercellular junctional area on the middle and basal portions. Some ridges were present on the epithelial surface on the middle and basal portions. The openings of several mucus secreting cells were present between main epithelial cells. Light and transmission electron microscopy revealed the core of the fin; soft rays with a surrounding dense collagen fiber layer. Some loosely arranged fibers (collagen fiber) radiated toward the surface epithelium. The surface epithelium was cuboidal or columnar in shape.

Scanning electron microscopy revealed the coiled irregular ridges and grooves, which was less developed and had sparser distribution than in Common freshwater goby, on the apical portion of sucker of Triden goby. The middle and basal portions had honeycomb structures as in Common freshwater goby. Fewer mucous secreting cells were present. Light and transmission electron microscopy showed the core of soft rays, dense collagen fiber layer, however, the radiating fibers observed in the Common freshwater goby was rarely present. The sucker was thinner because the epithelium is squamous or polygonal in shape and rare presence of the radiating fibers.

**Key words** : Common freshwater goby, Soft ray, Triden goby

\* Correspondence should be addressed to Dr. Chang Hyun Park, Electron Microscope Facility, College of Medicine, Korea University, Seoul, 136-705 Korea. Ph.: 02-920-6297, FAX: 02-926-9165, E-mail: krnempch@hotmail.com

Copyright © 2002 Korean Society of Electron Microscopy

## 서 론

망둥어과(Cobiidae) 어류는 농어목(Percida)에 속하며 전세계에 약 212속 1,875종이 분포하는 것으로 알려져 있으며, 우리나라에는 18속 30종이 알려져 있다(Kim, 1997).

어류에 있어 지느러미(fin)는 다른 동물의 수족과 같은 기능을 가지고 있으며 크게 등지느러미(dorsal fin), 뒷지느러미(anal fin), 꼬리지느러미(caudal fin), 가슴지느러미(pectoran fin) 및 배지느러미(ventral fin) 등 5종류로 나눌수 있다(Chyung, 1998).

망둥어과 어류의 배지느러미는 농어목의 다른 어류들과는 달리 배의 앞부분에 있는 좌·우 배지느러미가 융합되어 흡반을 가지고 있으며, 이 흡반은 아랫쪽에서 보았을 때 깔대기 모양의 원형 또는 타원형으로 크기와 형태는 종에 따라서 다르게 나타난다(Kim, 1997; Chyung, 1998).

Kim(1997)에 의하면 밀어와 갈문망둑(*Rhinogobius giurinus*)의 경우 먹이 습성이 비슷하며 동일한 생태적 지위를 지나 흡반의 흡착능력에 따라 서식지가 분리된다고 보고한 바 있다. 또한 Lee et al.(1990)에 의하면 망둥어류는 배지느러미가 흡반모양으로 변형되어 있고 새조골도 발달하여 다른 어류가 서식하기 어려운 파도작용에 의하여 해수운동의 유동이 크고 높은 선풍대에서도 우점적으로 나타난다고 추측한 예가 있다.

망둥어과에 대한 연구는 분류학적인 연구(Kim et al., 1986; Kim et al., 1987; Jeon et al., 1987; Kim et al., 1989; Lee et al., 1992; Jeon, 1997; Stefanni et al., 1999)와 망둥어류의 종조성 및 생태에 관한 연구(Lee et al., 1979; Lee et al., 1990; Magnhagen, 1998; Daoulas et al., 1993; Ota et al., 1996; Steingrund et al., 1997; Privitera, 2000)는 수행되어진 바 있으나 흡반의 구조 및 형태에 대한 미세구조적 연구는 이루어진 바가 없으므로 본 연구에서는 이들 두 종간의 흡반의 특징을 알아보고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용된 재료는 2001년 7월 10일 전라남도 여수시 상암동 상암천에서 채집한 밀어(전장 6.5 cm 이상)와 2001년 8월 5일 강원도 삼척시 근덕면 초당저수지에서 채집한 민물검정망둑(전장 6.5 cm 이상) 성어를 대상으로 하였다.

### 2. 광학현미경 관찰

채집된 어류는 키날딘(quinaldine; 2-methylquinoline, 0.1 g/L)을 수조에 투여하여 마취한 후, 흡반을 절취하여 지느러미살 방향으로 길게 세절한 후 배(abdomen)와 연결된 흡반의 기저부(basal portion), 중간부위의 중간부(middle portion), 첨단부위의 첨부(apical portion)로 세절 하였다. 세절된 흡반조직은 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 7.3)로 완충된 2% glutaraldehyde와 2% paraformaldehyde가 혼합된 고정액에 담가 4°C에서 4 시간 전고정을 실시하였고, 같은 buffer로 완충된 1% OsO<sub>4</sub>로 2시간 동안 후고정을 시행하였다.

고정된 조직은 알콜농도 상승순으로 탈수하여, propylene oxide로 치환한 후 Poly bed 812 (Poly science)에 포매하였다.

포매된 조직은 1 μm 두께로 절편을 제작하여 1% Toluidine blue로 염색하여 광학현미경 (Carl Zeiss, ×160)에서 관찰하였다.

### 3. 투과전자현미경 관찰

투과전자현미경 재료는 위의 광학현미경에서 사용한 재료를 검경 및 활영 후 블록을 삭정하여 60 nm 두께의 박절편을 제작하여 (LKB 2088), uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색한 후 투과형전자현미경 (Hitachi, H-600)으로 관찰하였다.

### 4. 주사전자현미경 관찰

절취된 흡반을 4시간 동안 0.1 M cacodylate buffer

(pH 7.3)에 희석한 2.5% glutaraldehyde와 2% paraformaldehyde 혼합용액으로 실온에서 고정하였다.

전고정된 조직은 동일 완충액으로 15분씩 2회 세척 후, 1% osmium tetroxide 용액으로 2시간 동안 후 고정하였다.

고정된 조직은 저농도에서 100% alcohol까지 탈수를 한 후 TMS (tetra methysilare, SIGMA)로 15분씩 2회 치환하여 대기 중에서 건조하였다 (Park et al., 1995).

건조가 완료된 시료를 흡반의 부착면을 위쪽으로 하여 알루미늄 표본대에 목공본드를 이용하여 부착한 후 ion coater (Hitachi, LB-5)를 사용하여 20 nm의 두께로 금도금하여 주사전자현미경 (Hitachi S-450)으로 가속전압 15 kV에서 관찰하였다.

## 결 과

### 1. 광학현미경적 소견

#### 1) 밀어 (*Rhinogobius brunneus*)의 흡반

흡반 첨단부위 (apical part)의 단면구조는 지느러미살 (soft rays)이 흡반의 중심에 1쌍으로 배열되어 있다 (Fig. C1).

중간부위 (middle part)의 단면구조는 지느러미살이 단단하게 석회화 (mineralization)를 이룬 듯이 절편상에서 부서진 모양이 관찰된다. 중심부의 지느러미살은 매우 크고 두꺼운 형태로 바깥의 형태는 원형이고, 내부구조는 불규칙한 돌레를 이루고 있다. 마주보는 지느러미살의 안쪽 조직에는 신경다발 (nerve fiber)이 골고루 분포하며, 혈관 (blood vessel)이 여러 개 발달되어 있다. 지느러미살의 바깥으로는 신경은 관찰되지 않으나, 혈관은 다소 관찰된다. 지느러미살의 돌레에는 조밀한 섬유성 구조물이 지느러미살을 둘러싸고 있으며, 지느러미살과 상피세포 (epithelium) 중간에는 성긴 섬유층이 관찰된다 (Fig. C2).

기저부 (basal part)의 단면은 기저부에서 관찰되는 지느러미살은 중간부의 두터운 형태에서 다시 첨단부의 것과 같이 가는 형태가 관찰된다. 지느러미살을 중심으로 하는 중심부로부터 표피층 사이에 방사상의 모양으로 뻗은 성긴 섬유층이 관찰된다 (Fig. C3).

#### 2) 민물검정망둑 (*Tridentiger brevispinis*)의 흡반

첨단부위 (apical part)는 매우 폭이 좁은 지느러미살이 쌍으로 여러 쌍이 관찰되며, 지느러미살을 중심으로 중심부와 표피가 경계지어 나타난다 (Fig. T1).

중간부위 (middle part)의 단면구조는 지느러미살이 중심부에 인접하여 여러 쌍이 관찰되나, 밀어의 것보다 크기가 매우 작다. 지느러미살의 사이에는 신경다발과 혈관이 다소 관찰되지만 밀어에 비하여 현저히 적은 수가 분포한다. 민물검정망둑의 중간부 (middle part)의 단면에서도 밀어과 같은 형태의 치밀한 섬유성 구조물이 관찰되며 이 구조물은 지느러미살에 가깝게 배열되어 있다 (Fig. T2).

기저부 (basal part)의 지느러미살의 두께는 밀어의 것과 유사하나 다소 골화된 양상을 띄고 있다. 지느러미살과 지느러미살 사이는 밀어와는 달리 현저히 혈관이 분포가 발달되어 있으며, 방사상의 성긴 섬유층은 관찰되지 않는다 (Fig. T3).

### 2. 투과 및 주사전자현미경적 소견

#### 1) 밀어 (*Rhinogobius brunneus*)의 흡반

상피세포 (epithelial cell)는 원주형, 입방형 등으로 그 형태가 매우 다양하며, 점액분비세포 (mucous cell) 주변의 세포들은 원주상의 형태를 가지고 있으며, 점액분비세포도 크고 잘 발달되어 있다 (Fig. C6).

광학현미경상의 조밀한 섬유성 구조물은 교원섬유 (collagen fiber)가 서로 직각을 이루며 11개 층으로 이루어져 있다 (Fig. C7). 지느러미살은 석회화 (mineralization)가 진행된 것과 진행이 안된 것 등 다양한 발달단계를 보여주고 있다 (Fig. C8).

상피세포의 표면에는 길이가 짧은 미세융모 (microvilli)들이 많이 발달해 있다. 상피세포들 사이에는 부착반 (desmosome)이 매우 발달해 있다 (Fig. C9).

투과전자현미경에서 관찰되었던 짧은 미세융모가 주사전자현미경에서는 능 (ridge)을 이루는 구조로 관찰되는데, 첨단부에서는 서로 밀착되어 많은 주름형태를 이루고 있으나 중간부와 기저부에서는 벌집모양의 육각형의 세포형태를 이룬 후 육각형안에 불규칙한 주름진 형태를 띄고 있으며, 세포와 세포사이에 는 점액분비세포의 개구부 (openings)가 관찰된다

(Fig. C5).

## 2) 민물검정망둑 (*Tridentiger brevispinis*)의 흡반

밀어에서 관찰된 것과 같은 형태의 조밀한 섬유성 띠가 민물검정망둑에서도 관찰되며, 이 띠는 교원섬유가 서로 직각을 이루며 11개 층으로 이루어져 있다. 또한 그 주위에 발달한 신경다발(nerve fiber)에는 무수초섬유축삭(myelinated nerve fiber)과 유수초섬유축삭(unmyelinated nerve fiber)이 분포되어 있다(Fig. T7).

민물검정망둑에서는 점액분비세포가 드물게 관찰되고, 관찰되는 점액세포도 매우 작다.

기질화가 진행되는 지느러미살의 둘레에 있는 섬유모세포(fibroblast)로부터 돌기들이 지느러미살쪽을 향하고 있다(Fig. T8).

민물검정망둑에서 관찰되는 표피세포는 주로 장방형 또는 다각형이 관찰되며, 입방형 또는 원주형세포는 관찰되지 않는다. 민물검정망둑에서도 밀어와 같이 상피세포의 표면에는 미세융모가 발달해 있으며, 상피세포들 사이에는 부착반이 매우 발달해 있다(Fig. T9). 주사현미경에서는 밀어에서와 마찬가지로 이랑을 이루는 구조물이 관찰되는데 점액분비세포의 세포의 개수는 현저히 적다(Fig. T5).

## 고 찰

어류는 계절적, 내만, 외만, 지류, 수심, 수온, 유속, 산란기 등에 따라 다양한 서식환경을 가지며(Craig et al., 1993; Takegaki, 2001) 용존산소, 유속 또는 염분도의 변화에 따라서도 종에 대한 서식지의 선호성이 달라진다고 보고되어 있다(Maes et al., 1997).

망둥어과의 밀어와 갈문망둑은 섭식습성이 비슷하여 서식지가 겹쳐지지만 흡반의 흡착능력에 따라 갈문망둑은 유속이 완만한 정수역에, 밀어는 유속이 비교적 빠른 여울에 서식함으로써 서식지에 대한 선호성의 차이를 나타낸다고 보고하였으며(Kim, 1997), Lee et al. (1990)은 망둥어류는 배지느러기가 흡반모양으로 변형되어 있고 새조골도 발달하여 다른 어류가 서식하기 어려운, 파도작용에 의하여 해수운동의 유동이 크고 높은 쇄파대에서 우점적으로 나타난다

고 추측한 예가 있다.

본 연구는 망둥어과 어류의 분류학적 연구 및 생태학적 연구는 수행된 바 있으나 망둥어류의 흡반에 대한 연구는 미비하여 민물검정망둑과 밀어의 흡반을 대상으로 광학현미경적, 전자현미경적 구조를 관찰하였다.

광학현미경상의 흡반의 단면상의 폭은 밀어가 두 겹께 나타났으며 이것은 밀어의 상피가 원주 또는 입방형에 비하여 민물검정망둥어는 편평형이며, 밀어의 흡반 기저부의 단면상에서 관찰되는 방사상의 성긴 섬유조직이 풍부하기 때문이다. 밀어의 흡반이 민물검정망둑에 비해 폭이 넓은 뿐 아니라 풍부한 방사상의 성긴 섬유조직이 존재하는 것은 흡반의 보다 탄력적인 기능을 수행하기 위한 형태적 차이에서 기인한 것으로 판단된다.

밀어와 민물검정망둑이 흡반을 이용하여 유리등에 부착하는 행동양식을 보면 먼저 흡반을 오므렸다 펴는 방법으로 반구와 같이 흡반의 내표면부를 부착물에 흡착하는 방법을 보인다. 밀어와 민물검정망둑의 흡반첨부에는 실타래 모양의 조밀한 굴곡을 형성하고 있었는데(Figs. C4, T4), 이러한 구조물은 부착면에 대한 흡반의 표면적을 넓히기 위한 형태적인 차이가 아닌가 생각된다. 기부와 중부에서도 첨부와 같은 굴곡은 발견되나 첨부와는 다른 벌집 모양의 규칙적인 구조물 형성하고 있었으며 구조물 사이에 점액분비세포(mucous cell)의 개구부가 다수 관찰되었다.

본 연구에서 주사전자현미경에 의한 민물검정망둑의 흡반과 밀어의 흡반의 표면은 약간의 구조적인 차이를 나타내는데, 민물검정망둑의 첨부부분은 실타래 모양의 굴곡을 가지나 규칙적이지 않으며 요철부위에서 덜 발달되어 있었다(Fig. T4). 중부와 기저부는 밀어와 같이 벌집모양의 구조로 되어 있으며 구조물 사이에 점액분비세포의 개구부가 관찰되었으나 밀어에 비해 적었다.

어류에 있어 점액분비세포는 상피세포의 보호기능과 체내의 이온조절작용과 확산작용에 관여하며(Saboia-Moraes et al., 1996), 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*) 등 일부 종에 있어 피부호흡 기능을 보조하는 역할을 수행하는 것으로 보고되어 있다(Park et al., 2001).

투과 및 주사전자현미경에서 관찰된 점액분비세포는 크기 및 수에 있어 두 종간에 다소 차이가 있으나 이러한 점액분비세포의 분포는 점액질의 본래기능인 상피를 보호하는 것 외에 흡착시 부착대상물에 좀더 견고히 부착될 수 있도록 물의 유출입을 막는 보조기능도 가지고 있지 않나 사료된다.

따라서 흡반내의 이들 점액분비세포와 벌집모양 구조물의 요철부분은 두 어종에 있어 흡반을 이용한 부착시 흡반의 표면적을 넓히고 흡 사이로 물의 유출입을 효과적으로 차단함으로써 흡착력을 높이기 위한 구조물로 생각되며 이러한 미소한 차이는 두 종의 서식지의 차이에서 기인한 것으로 사료된다.

흡반 첨부의 지느러미살은 두 종 모두 좁고 긴 형태의 작은 지느러미 살이 짙으로 분포하였으나 밀어의 흡반 중부와 기부는 두꺼운 반원형의 지느러미살을 형성하고 있으며 민물검정망둑은 다소 크기가 작은 초생달형의 지느러미살을 형성하고 있었다. 흡반의 지느러미살 중심부에는 신경과 혈관이 많이 분포하는데, 이것은 흡반을 조절하는 신경이 흡반에 까지 직접연결되어 있음을 보여주고 있다(Fig. C2, T2). 이들 두종의 지느러미살은 석회화(mineralization)가 다소 진행된 곳을 제외하고는 지느러미살을 둘러싸고 있는 섬유모세포(fibroblast)로부터 수많은 세포질 돌기가 지느러미살을 향하여 뻗어져 있었는데, 뼈조직의 뼈모세포(osteoblast)의 형태와 기능과 같이 유기질 및 무기질을 지느러미살에 공급하여 석회화를 이루도록 돕고있다고 사료되며, 교원섬유가 분포하고 있는 곳에 기질이 축적되어 석회화 되는 형태를 나타낸다(Fig. T8). 지느러미살의 석회화 정도는 민물검정망둑 보다는 밀어에서 다소 진행된 형상을 보여주고 있었다.

지느러미살과 상피세포층 사이에는 두 종 모두 치밀한 섬유층 구조물이 관찰 되는데 밀어, 검정망둑어의 흡반에서 관찰되는 이 구조물은 교원섬유라는 특징을 가지고 있으며 11개의 섬유층이 동물의 각막에서 관찰되는 것과 같이 서로 직각방향으로 촘촘히 배열됨으로서 매우 탄력적인 기능을 수행하고 있음을 보여주고 있다(Fig. C7, T7).

민물검정망둑과 밀어의 상피세포에서 세포사이복합연접(junctional complex)가 잘 발달되어 나타났는

데, 이들 구조는 세포사이의 결합을 견고하게 하는 구조로 기계적인 자극이 많은 부위 등에서 그 숫자가 증가하는 것으로 알려져 있다(Thomas et al., 1988). 본 결과에서 보아 물의 흐름에서 돌이나 바닥에 부착해야 하는 등의 기계적인 작용을 하는 흡반의 역할과 관계가 있는 것으로 판단된다.

어류에 있어 아가미 상피세포에 부착반(desmosome)이 높은 밀도로 분포하는 것으로 보고된 바 있는데(Moron, 1996) 본 실험에서 흡반상피세포 사이에 세포 사이 복합연접이 잘 발달되어 있는데 특히 부착반이 많이 관찰된다. 부착반의 기능은 세포와 세포를 서로 부착시켜주는 기능을 하는데 민물검정망둑이 밀어에 비해서 다소 많이 관찰되는 경향을 보였는데 이것은 특이한 소견으로 개체의 일시적인 생리적인 차이에 의해서 이런 미세구조적인 특이성이 나타난 것인지 아니면 흡반의 특수한 기능의 수행과 관련성이 있는 것인지에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

이 논문이 있기까지 많은 관심과 도움을 주신 고려대학교 의과대학 해부학교실 임창섭 교수님께 감사의 마음을 전합니다.

## 참고 문헌

- Chyung MK: The fishes of Korea. IL JI SA, Seoul, pp. 472-492, p. 623, 1998. (Korean)
- Craig JF, Babaluk JA: An analysis of the distribution of fish species in a large prairie lake. J Fish Biol 43 : 223-228, 1993.
- Daoulas CH, Economou AN, Psarras TH, Barbieri Tseliki R: Reproductive strategies and early development of three freshwater gobies. J Fish Biol 42 : 749-776, 1993.
- Jeon SR, Iwata A: First Record of Four Gobiid Fishes from Korea. Korean J Limnol 20 : 1-12, 1987. (Korean)
- Jeon SR: Studies on the Key and Distribution of the Three Species of a Goby, Chaenogobius urotaenia from Korea.

- Sang Myung Univ. 10 : 205-237, 1997. (Korean)
- Kim IS: Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea vol. 37. Freshwater Fishes. pp. 345-367, 1997. (Korean)
- Kim IS, Choi U: A Taxonomic Study of Goby, The Genus *Tridentiger* (Gobiidae, Pisces) from Korea. Bull Korean Fish Soc 22(2) : 59-69, 1989. (Korean)
- Kim IS, Lee YJ, Kim YU: A Taxonomic Revision of the Subfamily Gobiinae (Pisces, Gobiidae) from Korea. Bull Korean Fish Soc 20(6) : 529-542, 1987. (Korean)
- Kim IS, Lee YJ, Kim YU: Synopsis of the Family Gobiidae (Pisces, Perciformes) from Korea. Korean Fish Soc 19(4) : 387-408, 1986. (Korean)
- Lee JH, Ryu BS: The life form of *periphthalmus catonensis* in the gum river in summer. J Korean Fish Soc 12(1) : 71-77, 1979. (Korean)
- Lee TW, Lim YJ: Species Composition and Biology of Major Species of Gobiid Fish in Cheonsu Bay of the yellow sea, Korea. Korean J Ichthyol 2(2) : 182-202, 1990. (Korean)
- Lee YJ, Kim IS: *Acentrogobius pellidebilis*, a New Species of Gobiid Fish from Korea. Korean J Ichthyol 4(1) : 14-19, 1992. (Korean)
- Leon W: Histology. Elsevier Science Publishing co., Inc 5 : 257-281, 1983.
- Maes J, Damme PA, Taillieu A, Ollevier F: Fish communities along an oxygen poor salinity gradient (Zeeschelde Estuary, Belgium). J Fish Biol 52 : 534-546, 1998.
- Magnhagen C: Alternative reproductive tactics and courtship in the common goby. J Fish Biol 53 : 130-137, 1998.
- Moron SE, Fernandes MN: Pavement cell ultrastructural differences on *Hoplias malabaricus* gill epithelia. J Fish Biol 49 : 357-362, 1996.
- Northcott SJ, James MA: Ultrastructure of the glandular epidermis on the fins of male estuarine triplefin *Forsterygion nigripenne*. J Fish Biol 49 : 95-107, 1996.
- Ota D, Marchesan M, Ferrero EA: Sperm release behaviour and fertilization in the grass goby. J Fish Biol 49 : 246-256, 1996.
- Park CH, Chang BJ, Cho KY: Comparison of scanning electron microscopic specimens dried with different methods. Korean J Electron Microscopy 25(3) : 33-39, 1995. (Korean)
- Park JY, Kim IS: Histology and mucin histochemistry of the gastrointestinal tract of the mud loach, in relation to respiration. J Fish Biol 58 : 861-872, 2001. (Korean)
- Privitera LA: Characteristics of egg and larval production in captive bluespotted gobies. J Fish Biol 58 : 1211-1220, 2001.
- Saboia Moraes SMT, Hernandez Blazquez FJ, Mota DL, Bittencourt AM: Mucous cell types in the branchial epithelium of the euryhaline fish *Poecilia vivipara*. J Fish Biol 49 : 545-548, 1996.
- Stefanni S, Mazzoldi C: First record of the Norway goby in the Adriatic Sea. J Fish Biol 57 : 828-830, 2000.
- Steingrund P, Ferno A: Feeding behaviour of reared and wild cod and the effect of learning: two strategies of feeding on the two spotted goby. J Fish Biol 51 : 334-348, 1997.
- Takegaki T: Environmental factors affecting the spawning burrow selection by the gobiid *Valenciennea longipinnis*. J Fish Biol 58 : 222-229, 2001.

#### < 국문초록 >

본 연구는 좌·우의 배지느러미가 양쪽으로 합쳐져서 흡반을 형성하는 망둥어과(Cobiidae) 어류인 밀어(*Rhinogobius brunneus*)와 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*)의 흡반의 형태 및 구조를 광학현미경, 주사전자현미경, 투과형 전자현미경을 이용하여 관찰하였다.

밀어 흡반의 외부형태는 첨부는 규칙적인 실타래 모양의 조밀한 골격을 형성하고 있으며, 종부와 기저부는 첨부에 비하여 조밀하지는 않으나 벌집모양의 규칙적인 구조를 갖는다. 세포의 경계와 세포 표면 내에 이랑을 형성하고 있었으며 구조물 사이에 점액분비세포(mucous cell)의 개구부(openings)가 다수 관찰되었다. 내부구조는 초생달모양의 지느러미살을 중심으로 조밀한 섬유층과 상피표면을 향하는 방사상의 성긴 탄력성 섬유층과 입방형 또는 원추형 상피 세포들로 이루어져 있다.

민물검정망둑의 흡반의 외부형태는 첨부는 실타래 모양의 골격을 가지나 규칙적이지 않다. 종부와 기저부는 밀어와 같이 벌집모양의 구조로 되어 있으며 구조물 사이에 점액분비세포의 개구부가 관찰되었으나 밀어에 비해 적다. 내부구조는 밀어 에서와 같이 지느러미살을 중심으로 조밀한 섬유층이 관찰되지만 방사상의 성긴 탄력성 섬유층은 관찰되지 않으며 편평상피 또는 다각형의 상피세포들로 구성되어 있어서 밀어에 비하여 흡반의 두께가 얇다.

**FIGURE LEGENDS**

- Fig. C1.** Light micrograph of the apical portion of sucker of Common freshwater goby. Soft rays (arrow) are observed. scale bar = 100  $\mu$ m.
- Fig. C2.** Light micrograph of the middle portion of sucker of Common freshwater goby. Nerve fibers (N) and blood vessels (B) are observed between soft rays and beside soft rays (S). Outer side of soft rays are circular, but inner side of soft rays are irregular in contour. Dense connective tissue layers (large arrows) are observed. scale bar = 100  $\mu$ m.
- Fig. C3.** Light micrograph of the basal portion of sucker of Common freshwater goby. Dense and loosely arranged connective tissue layers are observed. Some loosely arranged fibers (arrow) radiate toward the surface epithelium. scale bar = 100  $\mu$ m.
- Fig. T1.** Light micrograph of the apical portion of sucker of Triden goby. Several pairs of soft ray (arrow) are observed. scale bar = 100  $\mu$ m.
- Fig. T2.** Light micrograph of the middle portion of sucker of Triden goby. Nerve fibers (N) and blood vessels (B) are observed between three pairs of soft ray (S). Dense connective tissue layers (arrow) are seen. scale bar = 100  $\mu$ m.
- Fig. T3.** Light micrograph of the basal portion of sucker of Triden goby. Dense and loosely arranged connective tissue layers are observed. Blood vessels (B) are prominent structures between soft rays. scale bar = 100  $\mu$ m.
- Fig. C4.** Scanning micrograph of the apical portion of sucker of Common freshwater goby. Densely arranged ridges (arrow) are present. scale bar = 5.2  $\mu$ m.
- Fig. C5.** Scanning micrograph of the middle portion of sucker of Common freshwater goby. Epithelial cell margins form a honeycomb structure. Mucous cell openings (M) are observed. R: ridge. scale bar = 5.2  $\mu$ m.
- Fig. C6.** Transmission micrograph of the sucker of Common freshwater goby. It showed mucous secreting cell between epithelial cells. R: ridge, MG: mucin granules. scale bar = 0.6  $\mu$ m.
- Fig. T4.** Scanning micrograph of the apical portion of sucker of Triden goby. Dense and irregular ridges (arrow) are observed. scale bar = 5.2  $\mu$ m.
- Fig. T5.** Scanning micrograph of the middle portion of sucker of Triden goby. Epithelial cell margins form a honeycomb structure. R: ridge. scale bar = 5.2  $\mu$ m.
- Fig. T6.** Transmission micrograph of the sucker of Triden goby. Stratified squamous epithelium is covering the surface. Note the desmosomes (D) and ridges (R). scale bar = 0.6  $\mu$ m.
- Fig. C7.** Transmission micrograph of the sucker of Common freshwater goby. Eleven layers of collagen fibers are observed. scale bar = 0.6  $\mu$ m.
- Fig. C8.** Transmission micrograph of the sucker of Common freshwater goby. Mineralized bone (M) of soft ray are observed. N: nerve fiber. scale bar = 0.6  $\mu$ m.
- Fig. C9.** Transmission micrograph of the sucker of Common freshwater goby. Several desmosomes (D) are observed between epithelial cells. scale bar = 0.6  $\mu$ m.
- Fig. T7.** Transmission micrograph of the sucker of Triden goby. Eleven layers of crossly and longitudinally arranged collagen fibers are present alternately. N: nerve fiber. scale bar = 0.6  $\mu$ m.
- Fig. T8.** Transmission micrograph of the sucker of Triden goby. It showed the cell processes (arrow) of fibroblast toward core of soft rays (S). scale bar = 0.6  $\mu$ m.
- Fig. T9.** Transmission micrograph of the sucker of Triden goby. Epithelial cells are connected by desmosomes (D). I: Intercellular spaces. scale bar = 0.6  $\mu$ m.







