

조피볼락, *Sebastes schlegeli*의 초기생활사 동안 생존을 향상을 위한 생물학적 연구

Ⅲ. 성체 소화관의 미세구조

진 평 · 이정식* · 신윤경 · 김학균**

부경대학교 해양생물학과 · *여수대학교 어병학과 · **국립수산진흥원 적조연구부

조피볼락의 소화관은 인두, 식도, 위, 장, 항문 그리고 10~11개의 유문수로 이루어져 있다. 유문수는 위의 유문부 말단에서 유래하며 바나나 형태의 맹낭을 형성하고 있다. 어체 체장에 대한 식도에서 항문까지의 소화관 길이의 비(relative length of gut: RLG)는 1.56(n=10)이다. 식도의 근육층은 바깥쪽의 얇은 종주근층과 안쪽의 두꺼운 환상근층으로 구성된다. 점막상피층은 정단부에 짧은 미세융모를 가진 원주상피로 구성되며, 다수의 점액분비세포들을 가진다. 위의 점막주름은 규칙적으로 배열되었으며, 근육층은 종주근, 사주근, 환상근층으로 구성된다. 위선의 주세포는 관상의 미토콘드리아와 소포체 그리고 전자밀도가 높은 다수의 분비과립을 가지지만, 부세포는 소형의 미토콘드리아와 소포체 그리고 전자밀도가 낮은 액포를 가진다. 유문수와 장의 점막상피층은 주로 원주상피세포, rodlet cell 그리고 dark cell로 구성된다. 흡수기능을 가진 원주세포들은 발달된 미토콘드리아, 소포체, 전자밀도가 높은 과립상 물질, 음작용포 그리고 다포체를 가진다. Rodlet cell은 발달된 cytoplasmic capsule을 가지며 세포질에는 소포체가 잘 발달되어 있다. Dark cell의 세포질에는 전자밀도가 높고, 미토콘드리아들이 잘 발달되어 있다. 원주상피세포는 세포연접이 발달되어 있고, 상부에는 미세융모가 잘 발달되어 있으며, 미세융모의 내부에서는 세포질에서부터 시작된 actin filament를 관찰할 수 있다. 장 상피의 미세융모는 유문수의 미세융모 보다 길며, 배상세포의 수도 장 상피에 더 많다.

서 론

어류의 소화관은 다른 척추동물과 마찬가지로 섭이를 통한 체성장에 필요한 영양분의 소화 흡수라는 측면에서 아주 중요한 기능을 담당하고 있는데, 경골어류의 소화관은 섭이형태 및 계통학적인 형태·구조적 특징의 다양성 때문에 많은 연구자들의 연구대상이 되어왔다.

어류의 소화관에 관한 연구는 Babkin and Bowie(1928)의 송사리류의 일종인 *Fundulus heteroclitus*의 소화기관과 그 기능에 관한 보고를 비

롯하여 금붕어, *Carassius auratus*(Gauthier et al., 1972), tench, *Tinca tinca*(Noailliac - Depeyre and Gas, 1976), 무지개송어, *Salmo gairdneri*(Iwai, 1968; Ezeasor and Stokoe, 1981; Bergeron and Woodward, 1983), luderick, *Girella tricuspidata*(Anderson, 1986), black mollie, *Poecilia* spp.(Tomas and Hrubec, 1990), amberjack, *Seriola dumerili*(Grau et al., 1992), 넙치류의 일종인 *Platichthys flesus*(Jenkins et al., 1992)와 망상어, *Ditrema temminckii*(Lee and Chin, 1995) 등에 관한 많은 연구가 수행되었다.

이러한 연구 결과에서도 어류 소화관의 형태 및 내부 미세구조의 다양함은 물론, 성체 어류의 소화관에는 영양분을 선택적으로 소화·흡수하는 세포들이 존재하는데, 이들 영양분 흡수세포들의 분포 및 분화·발달양상은 종에 따라 다르다는 것이다.

자어의 경우, 요구되는 영양분은 어종과 성장시기에 따라 다른데, 이는 소화관의 분화 및 발달시 영양분을 소화·흡수하는 세포 및 조직의 분화 발달정도가 다르기 때문이다. 그러므로 성장에 따른 소화관 조직상의 분화 발달을 구명하는 것은 각 성장시기에 어류가 요구하는 적절한 영양분을 투여하는 데 기본적인 자료가 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 주요 양식대상종인 조피볼락 성체를 재료로 소화관의 형태 및 내부구조의 조직학적 특징을 밝힘으로써 소화관의 부위별 소화생리 연구와 자어의 소화관 분화·발달을 기재하는 데 기초자료로 이용하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용한 조피볼락은 전장 25.0 cm 이상의 자연산과 양식산 성체들이었다. 자연산 재료는 부산 수영만 해역에서 채집된 것으로 조직표본 제작에 사용하였으며, 양식산 재료는 부산 민락동 활어센터에서 구입한 것으로 체장에 대한 소화관의 길이의 비(relative length of gut : RLG) 측정에만 사용하였다. 채집된 재료는 전장과 체장을 0.1 cm까지 계측한 후, 어체를 해부하여 식도에서 항문 말단까지의 소화관 길이를 0.1 cm까지 측정하여 RLG를 구하였다.

추출된 소화관의 외부형태를 기재한 후, 소화관을 절개하여 내부형태를 해부현미경 하에서 기재하였다.

소화관은 광학현미경 조직표본 제작을 위해 Bouin's solution에 24시간 고정된 후, 외형적인 특징에 의해 여러개의 작은 부분으로 구분하여 파라핀 포매법에 의하여 두께 5~6 μ m의 횡단면과 종단면의 연속절편을 만들었다. 제작된 조직표본은 Mayer's hematoxylin과 0.5% eosin(H-E)의 비교염색과 Mallory 삼중염색 그리고 다당류 검출

을 위한 periodic acid - Schiff(PAS) 반응을 실시하였다.

투과전자현미경(TEM)의 조직표본 제작은 소화관을 적출하여 부위별로 0.1M phosphate buffer(pH 7.2)로 완충시킨 2.5% glutaraldehyde 용액으로 4℃에서 2~4시간 동안 전고정 하였다. 그리고 1% osmium tetroxide로 4℃에서 2시간 동안 후고정 하였다. 고정이 끝난 조직은 0.1M phosphate buffer로 세척하고 ethanol을 이용하여 실온에서 15분씩 단계별로 탈수하여 Epon 812에 포매하였다. 포매된 조직은 두께 0.5 μ m의 semithin section과 70 nm의 ultrathin section을 하였다. Ultrathin section은 copper grid(200 mesh)에 올려 uranylacetate와 lead citrate 용액으로 이중염색하여 투과전자현미경(JEM - 1200EXII, JEOL)으로 관찰하였다.

결 과

1. 소화관의 형태 및 RLG

조피볼락 소화관은 전체적으로 지방덩어리가 싸고 있으며, 위의 유문부와 장 사이에는 외부로 돌출된 10~11개의 유문수가 바나나 모양의 맹낭을 형성하고 있다. 소화관은 외형적인 특징에 의해 크게 식도, 위, 유문수, 장, 항문의 5개 부위로 나눌 수 있다. 식도와 위 사이의 경계부를 비롯한 각 부위의 이행부 사이는 마치 대나무 마디와 같은 뚜렷한 경계가 나타난다. 소화관을 종단으로 해부해 보면 내부는 중축을 따라 형성된 점막주름이 조밀하게 내부전체를 둘러싸고 있으며, 각 경계부에서는 근육성판이 형성되어 있다.

RLG는 1.56(n=10)이었다.

2. 소화관 내부의 미세구조

소화관의 조직층은 크게 4가지로 나눌 수 있는데 외부로부터 장막층, 근육층, 점막하층, 점막층으로 구성된다. 이들 각 조직층의 현미경적 특징은 다음과 같다.

(1) 식도

식도의 점막주름은 넓고 짧은 편이며 내강쪽을

향하여 불규칙하게 배열되어 있다. 식도의 장막층은 매우 얇게 나타나며(Fig. Ⅰ, A), 장막을 구성하는 상피세포는 직경 4~5 μm 크기의 입방형이며 핵은 다소 불규칙한 형태이다(Fig. Ⅱ, A). 근육층은 아주 치밀한 근섬유로 구성되어 있으며, 내강쪽의 환상근층이 바깥쪽의 종주근층 보다 두껍게 발달되어 있다. 점막하층은 근육층과 점막층 사이에 그물눈 모양의 소성 결합조직층으로 혈관과 신경총이 다수 분포한다. 식도의 점막근층은 뚜렷하며 상당히 규칙적으로 형성되어 있다(Fig. Ⅰ, A).

식도 점막주름의 상피층은 전단부에서 입방상피로 구성되어 있으나, 이를 제외한 나머지 부분은 원주상피로 구성된다. 이들 원주상피세포들은 길이 15~20 μm 정도이며, 핵은 장경 5~7 μm 의 타원형이다(Fig. Ⅱ, B). 전자현미경하에서도 세포질상부의 미세용모는 아주 미약한 상태로 나타나며(Fig. Ⅱ, D) 광학현미경하에서 미세용모의 관찰은 어렵다(Fig. Ⅰ, B). 점막상피세포들 사이에는 부착반(desmosome)과 membrane interdigitation이 잘 발달되어 있어 세포의 상호 연계성을 보여준다(Fig. Ⅱ, C). 원주상피 사이에는 장경 10~20 μm 크기의 점액분비세포들이 발달되어 있는데 이들은 다양한 크기의 분비과립을 다수 함유하고 있다(Fig. Ⅱ, D).

(2) 위

위의 점막주름은 규칙적인 형태이다. 위의 장막은 식도에서와 마찬가지로 매우 얇은 편이며, 근육층은 세층으로 외부로부터 종주근, 사주근, 환상근층으로 구성된다(Fig. Ⅰ, C). 위의 점막하층을 구성하는 결합조직은 식도의 점막하층보다 치밀한 구조이며, 점막층의 점막근층과 상피층은 잘 발달되어 있다. 상피층에는 pit, 상피 그리고 위선이 아주 잘 발달되어 있다(Fig. Ⅰ, D).

위 점막상피는 원주형으로 세포질에는 다수의 분비과립을 함유하며(Fig. Ⅲ, A), 상피세포사이에는 부착반이 잘 발달되어 있다(Fig. Ⅲ, B). 위 점막층의 위선은 직경 25~40 μm 의 관상이며 중앙에는 내강이 발달되어 있다. 위선에서는 주세포, 부세포 그리고 내분비세포들이 주로 관찰되며(Fig. Ⅲ, C), 이들 세포들 사이에는 부착반과 membrane

interdigitation이 발달되어 있다(Fig. Ⅲ, D).

주세포는 장경 15~20 μm 의 타원형으로 세포간 미세용모들이 발달되어 있다. 세포질에는 소포체와 대형의 미토콘드리아들이 잘 발달되어 있으며, 막계가 없는 다수의 분비과립과 막으로 싸인 소수의 과립이 존재한다(Fig. Ⅲ, E).

부세포의 세포질에는 소형의 미토콘드리아들과 다수의 소포체가 분포하는데 특히 시스터네 표면에 리보솜이 발달된 조면소포체가 발달되어 있으며, 전자밀도가 낮은 다양한 크기의 액포들이 다수 관찰되는 것이 특징적이다(Fig. Ⅲ, F).

위선 구성세포 가운데 내분비세포는 주변의 주세포와의 사이에 membrane interdigitation이 발달되어 있다. 내분비세포의 핵은 부정형이며 세포질에는 전자밀도가 높은 다수의 분비과립을 가지지만 세포소기관의 발달은 관찰하기 어렵다(Fig. Ⅲ, G).

(3) 유문수

유문수의 점막주름은 불규칙하며, 근육층은 종주근과 환상근층으로 구성되며 이들의 발달정도는 서로 비슷하다(Fig. Ⅰ, E). 점막하층의 발달은 아주 미미한 반면, 점막층은 잘 발달되어 있다(Fig. Ⅰ, F).

유문수의 상피층은 주로 원주상피세포, 배상세포, rodlet cell 그리고 dark cell로 구성된다.

원주상피세포의 길이는 15~20 μm 정도이며 핵은 장경 약 5 μm 의 난형으로 세포의 아래쪽에 위치한다. 세포질에는 미토콘드리아를 비롯한 여러 종류의 세포소기관들이 발달되어 있으며 상부에는 다수의 미세용모가 발달되어 있다(Fig. Ⅳ, A).

원주상피 가운데 흡수기능을 나타내는 세포의 세포질 상부에서는 미토콘드리아와 소포체 그리고 전자밀도가 높은 과립상의 물질들이 다수 관찰되며(Fig. Ⅳ, B), 또한 음작용포(pinocytotic vesicle)와 다포체(multivesicular body)가 관찰된다(Fig. Ⅳ, C).

Rodlet cell은 가운데 부분의 횡단면이 4~7 μm 정도로 크기가 다양하며(Fig. Ⅳ, D), 두꺼운 cytoplasmic capsule로 싸여있고 세포질의 기저부에는 조면소포체가 잘 발달되어 있는 것이 특징적이

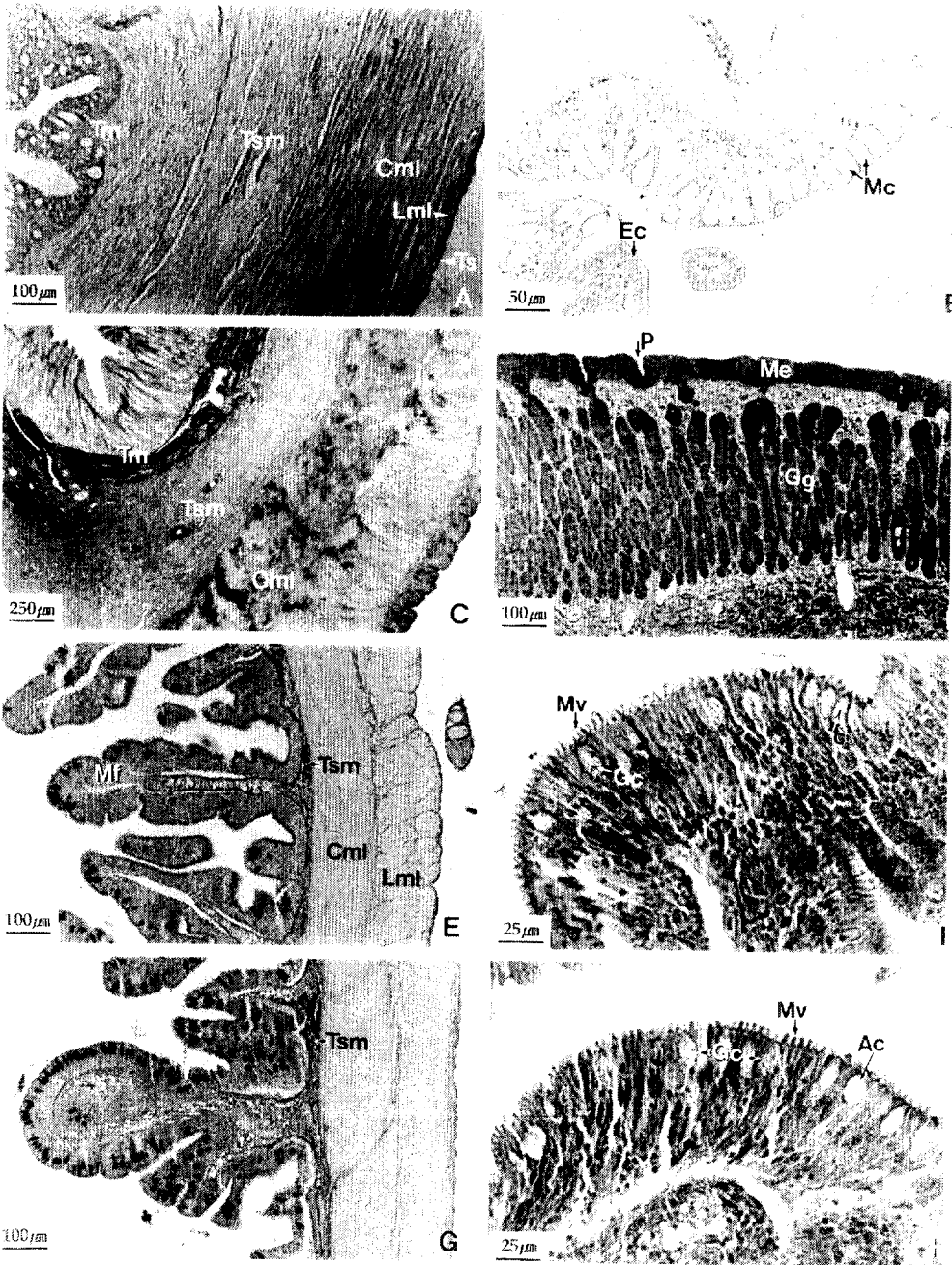


Fig. 1. Photomicrographs of the digestive tract in the rockfish, *Sebastes schlegeli*. A. Histological structure of the esophagus composed of tunica serosa(Ts), muscularis, submucosa(Tsm) and mucosa(Tm). B. Mucosa epithelium of the esophagus is columnar and contains numerous mucous secretory cell(Mc). C. Histological structure of the stomach. Note the developed oblique muscle layer(Oml). D. Mucosa epithelium(Me) of the stomach composed of columnar cell and gastric gland(Gg). E. Internal morphology of the pyloric caeca. F. Mucosal layer of the pyloric caeca. Note the goblet cell(Gc) and absorptive cell(Ac). G. Internal morphology of the intestine. H. Mucosal layer of the intestine. Note the microvilli(Mv), goblet cell and absorptive cell. Cml; circular muscle layer, Ec; epithelial cell, Lml; longitudinal muscle layer, Mf; mucosal fold, P; pit.

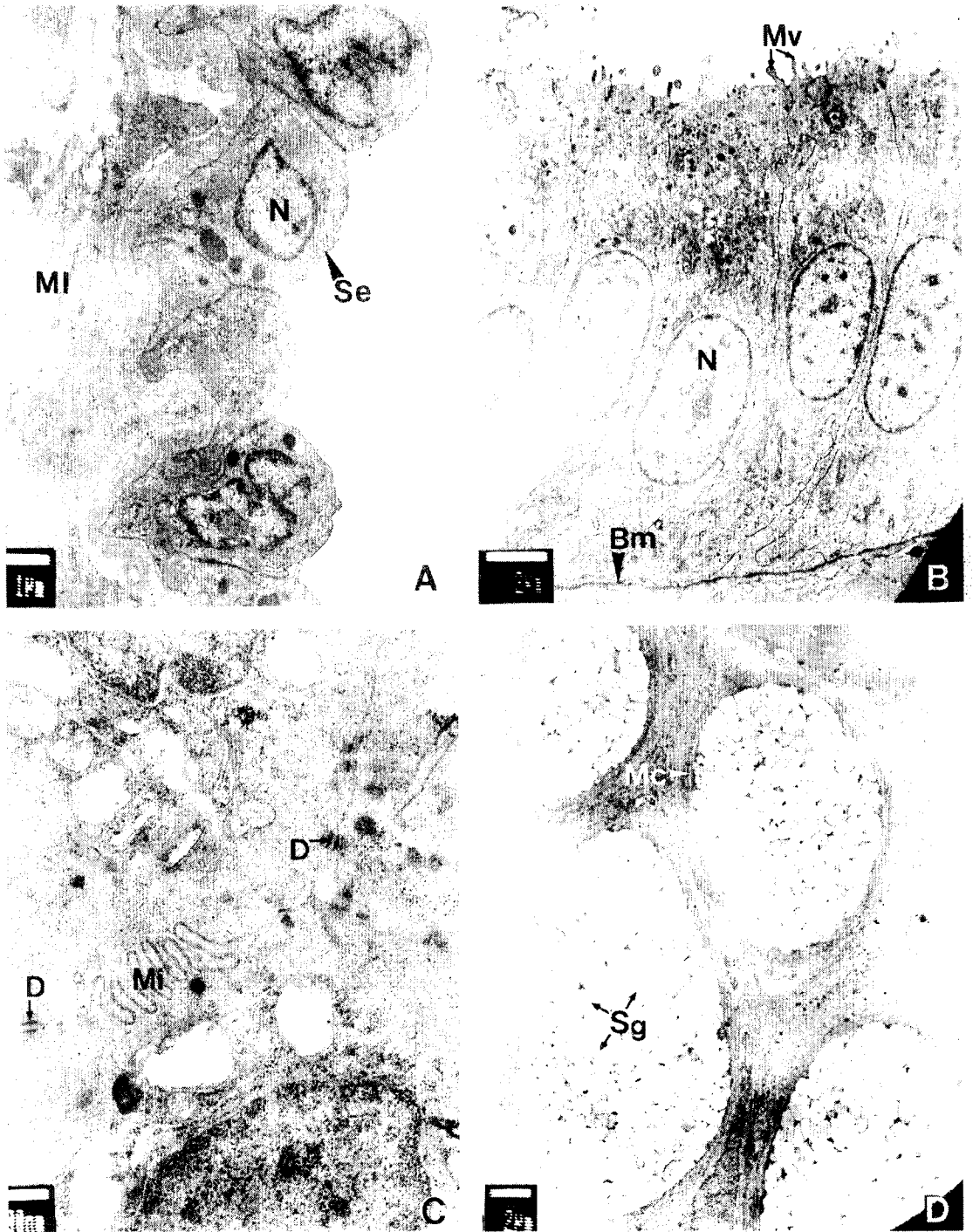


Fig. 1. Electron micrographs in the esophagus of the rockfish, *Sebastes schlegeli*. A. Serosa epithelium(Se) is squamous and contains irregular nucleus(N). B. Mucosa epithelium is columnar and contains short microvilli(Mv) on the free surface. C. Intercellular junctions of the mucosa epithelium. D. Mucous secretory cell(Mc) contains numerous secretory granules(Sg). Bm ; basement membrane, D ; desmosome, Mi ; membrane interdigitation, MI ; muscular layer.

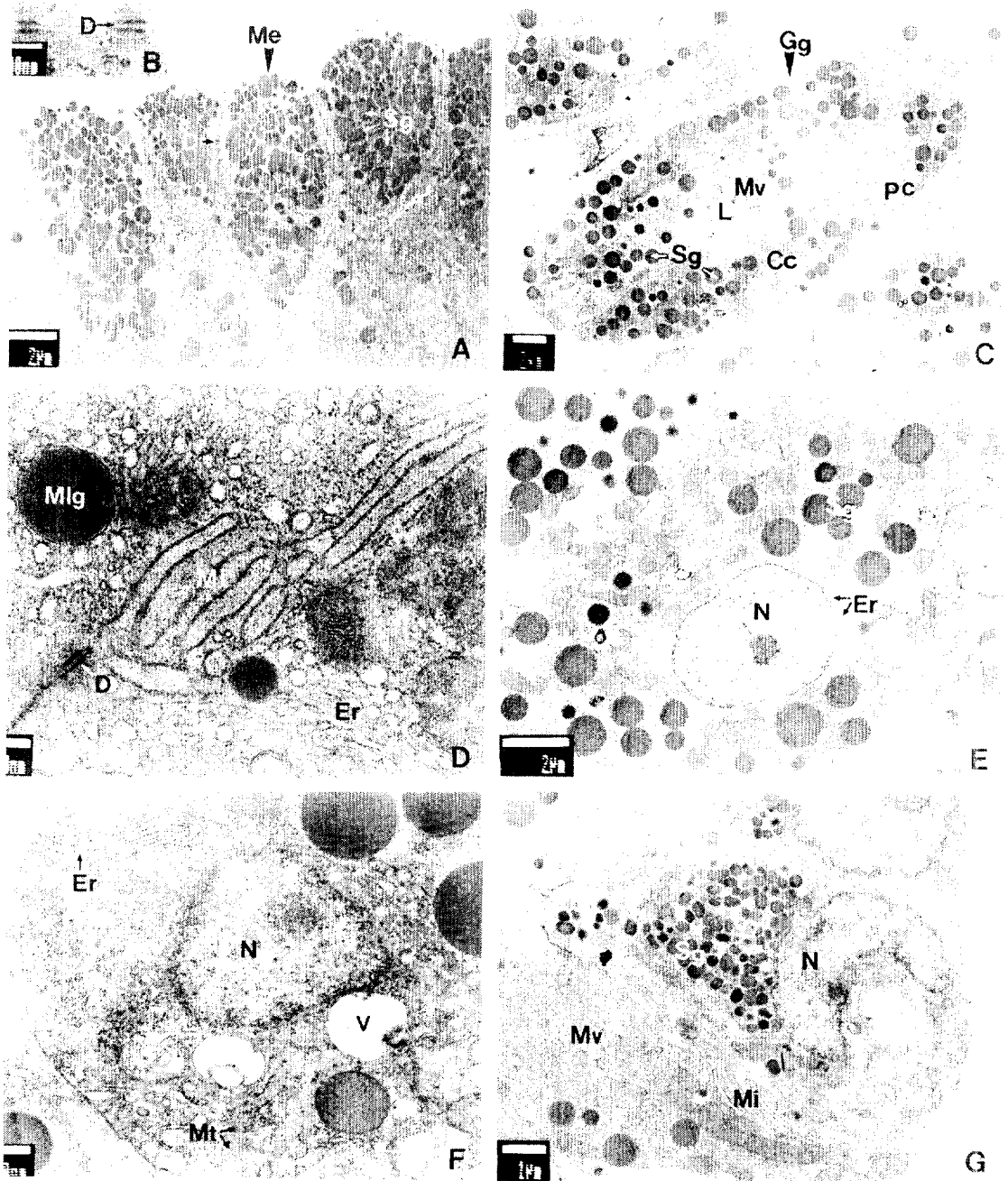


Fig. 11. Electron micrographs of the stomach in the rockfish, *Sebastes schlegeli*. A. Mucosa epithelium(Me) contains numerous secretory granules(Sg) in the apical cytoplasm. B. Intercellular junctions of the mucosa epithelium(Me). C. Cross section of a gastric gland(Gg) showing a chief cell(Cc) and parietal cell(Pc). D. Intercellular junctions of the gastric glandular cell. E. Chief cell contains well developed mitochondria(Mt), endoplasmic reticula(Er) and numerous secretory granules with electron - dense. F. Parietal cell contains small mitochondria, endoplasmic reticula and vacuoles(V). G. Enteroendocrine cell of the gastric gland contains numerous secretory granules with electron - dense. D; desmosome, L; lumen, Mi; membrane interdigitation, Mlg; membrane limited granule, Mv; microvilli of intercellular canaliculi, N; nucleus.

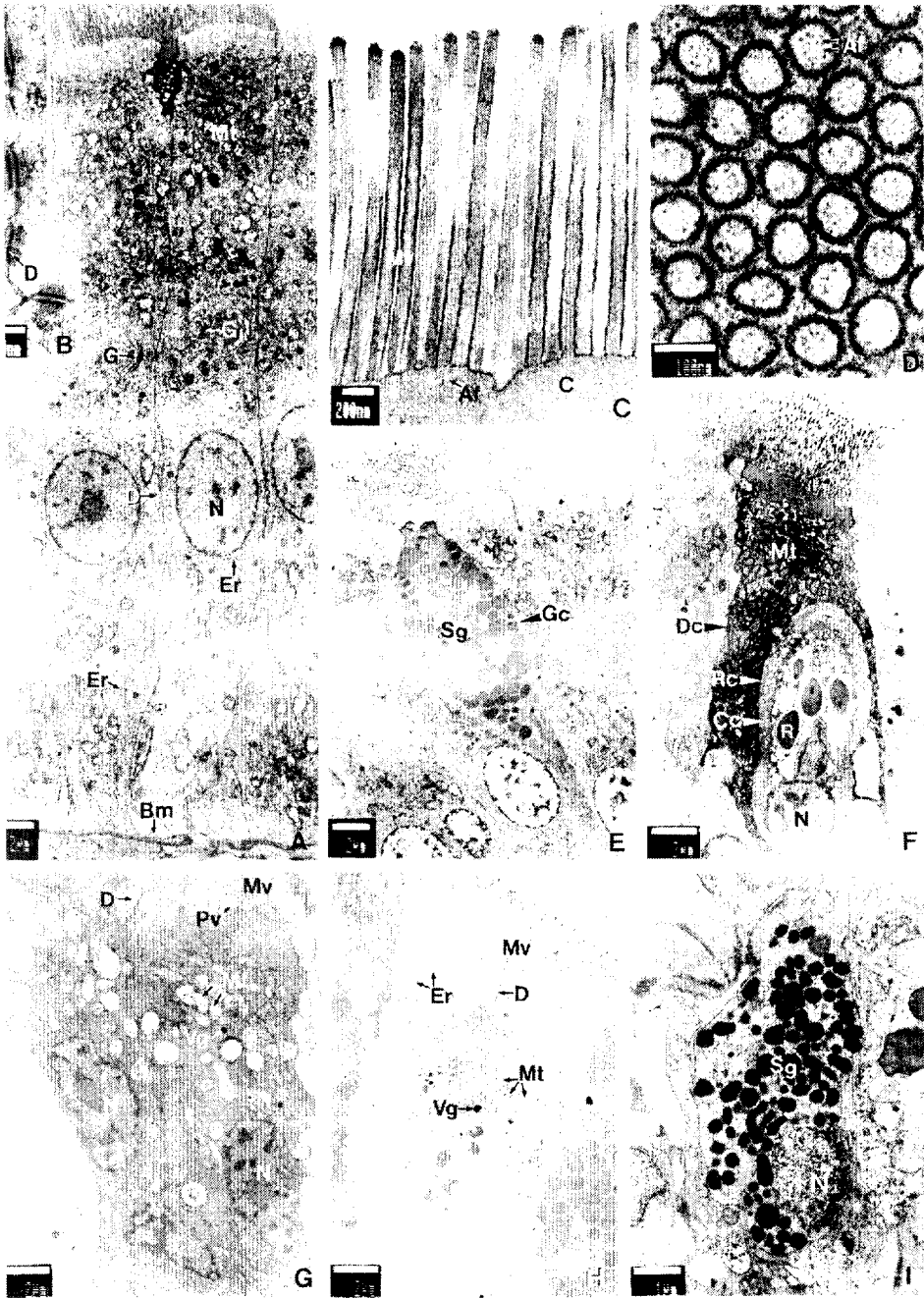


Fig. 4. Electron micrographs of the pyloric caeca in the rockfish, *Sebastes schlegeli*. A. Epithelial layer of the mucosa consists of columnar epithelium and dark cell(Dc), mainly. Note the dark cell with high electron density in the cytoplasm. B. Cytoplasm of the absorptive cell. Note the developed mitochondria(Mt), endoplasmic reticula(Er) and vesiculated granules(Vg). C. Apical region of the absorptive cell. Note the multivesicular body(Mvb) and pinocytotic vesicle(Pv). D. Cross section of the rodlet cell. E. Longitudinal section of the rodlet cell showing a well developed cytoplasmic capsule(Cc) and endoplasmic reticula. F. Enteroendocrine cell of the mucosa. Mv; microvilli, Mvb; multivesicular body, N; nucleus, R; rodlet, Sg; secretory granules.

다(Fig. IV, E).

Dark cell은 다른 세포에 비해 세포질의 전자밀도가 높아 어둡게 보이며, 핵은 불규칙한 형태이다(Fig. IV, A).

점막상피층의 기저면에 주로 위치하는 내분비 세포들은 부정형의 핵을 가지며, 세포질에는 전자밀도가 높은 다수의 분비과립을 함유하지만 세포소기관의 발달은 관찰하기 어렵다(Fig. IV, F).

(4) 장

장의 점막주름의 형태는 유문수 보다 다소 불규칙한 형태이다. 장막층은 유문수와 발달정도가 유사하고, 근육층은 다소 발달된 상태이나, 후방으로 가면서 차츰 감소하는 경향을 보인다. 점막근층은 불규칙하게 존재하며 발달정도는 유문수와 유사하다(Fig. I, G).

장의 상피층은 주로 원주상피세포, 배상세포, rodlet cell과 dark cell로 구성된다. 원주상피세포는 길이 약 40 μm 으로 유문수의 원주상피보다 길며, 핵은 장경 5 μm 내외의 난형으로 세포의 중앙부에 위치한다. 세포질에는 여러 종류의 세포소기관들이 고르게 잘 발달되어 있다(Fig. V, A). 그리고 원주상피세포들 사이에는 부착반이 잘 발달되어 있어 세포의 상호연계를 잘 보여주고 있다(Fig. V, B). 원주상피세포의 상부에는 길이 약 20 μm , 직경 약 1 μm 의 미세음모들이 아주 잘 발달되어 있으며, 미세음모의 내부에서는 세포질에서 시작된 actin filament를 관찰할 수 있다(Fig. V, C; D). 원주상피 가운데 흡수기능을 나타내는 세포의 전자현미경적 특징은 유문수와 유사하다(Fig. V, H).

광학현미경상에서 배상세포와 흡수세포의 구별은 쉽지 않다. H-E 염색표본에서 배상세포와 흡수세포는 모두 하나의 핵포상으로 나타난다. 그리고 PAS 반응에서는 모두 양성을 나타내지만, 배상세포는 단일 핵포상을 나타내는 데 반하여 흡수세포는 여러개의 작은 핵포로 이루어져 있는 것으로 관찰된다(Fig. I, G). 그리고 Mallory 삼중염색에서는 이와 반대로 나타난다(Fig. I, H). 하지만, 전자현미경상에서 이들 세포는 뚜렷히 구분되어 배상세포는 원주상피세포들 사이에 존재하고 세

포질에는 전자밀도가 다양한 다수의 점액분비과립을 함유하며, 미세음모가 없다(Fig. V, E).

장 상피층에서 관찰되는 rodlet cell의 형태와 특징은 유문수에서 관찰되는 이들 세포와 유사하며(Fig. V, F), dark cell도 세포질의 전자밀도가 높고, 미세음모와 미토콘드리아, 음작용포, 포상과립이 발달되어 있는 등 유문수와 같은 흡수세포의 특징을 보인다(Fig. V, G). 장내분비세포들도 핵의 형태가 타원형이라는 점을 제외하고는 유문수와 유사한 특징을 보인다(Fig. V, I).

고 찰

어류의 소화관은 일반적으로 구강, 인두, 식도, 위, 장, 항문이 일련의 관으로 구성되어 있는데, 조피볼락의 소화관은 이와 같은 전형적인 구조 이외에 위의 유문부 발달에서 유래된 10~11개의 유문수를 가진다. 유문수를 가지는 어종으로는 무지개송어(Ezeasor and Stokoe, 1981), luderick(Anderson, 1986), sea bream, *Sparus aurata*(Cataldi et al., 1987)와 green sunfish, *Lepomis cyanellus*(Williams and Nickol, 1989) 등의 많은 어류가 보고되고 있다.

어류의 체장에 대한 소화관의 상대적 길이의 비(RLG)는 뱀장어, *Anguilla japonica*는 0.46, *Channa maculatus*는 0.57, *Clarias fuscuss*는 0.68, *Gobio gobio*는 0.68~0.85, *Rutilus rutilus*는 1.0~1.09, 잉어, *Cyprinus carpio*는 약 1.85, *Ctenopharyngodon idella*는 2.16, *Hypophthalmichthys molitrix*는 5.28, *Sarotherodon mossambicus*는 6.29, *Chanos chanos*는 8.5(竹内, 1991)이며, 망상어는 0.89(Lee and Chin, 1995), luderick은 1.9~2.9(Anderson, 1986)로 보고되고 있다. 따라서 조피볼락의 체장에 대한 소화관의 상대적 길이의 비(1.56)는 잉어와 유사한 값이다.

조피볼락의 소화관에는 H-E 염색상에서 크기와 형태가 다른 세 종류의 공포가 나타나는데, 이들은 PAS 반응에 양성을 나타내는 점액분비세포, 배상세포, 영양분 흡수세포로 확인되었다. 이들의 차이점은 점액분비세포는 이들 가운데 크기가 가

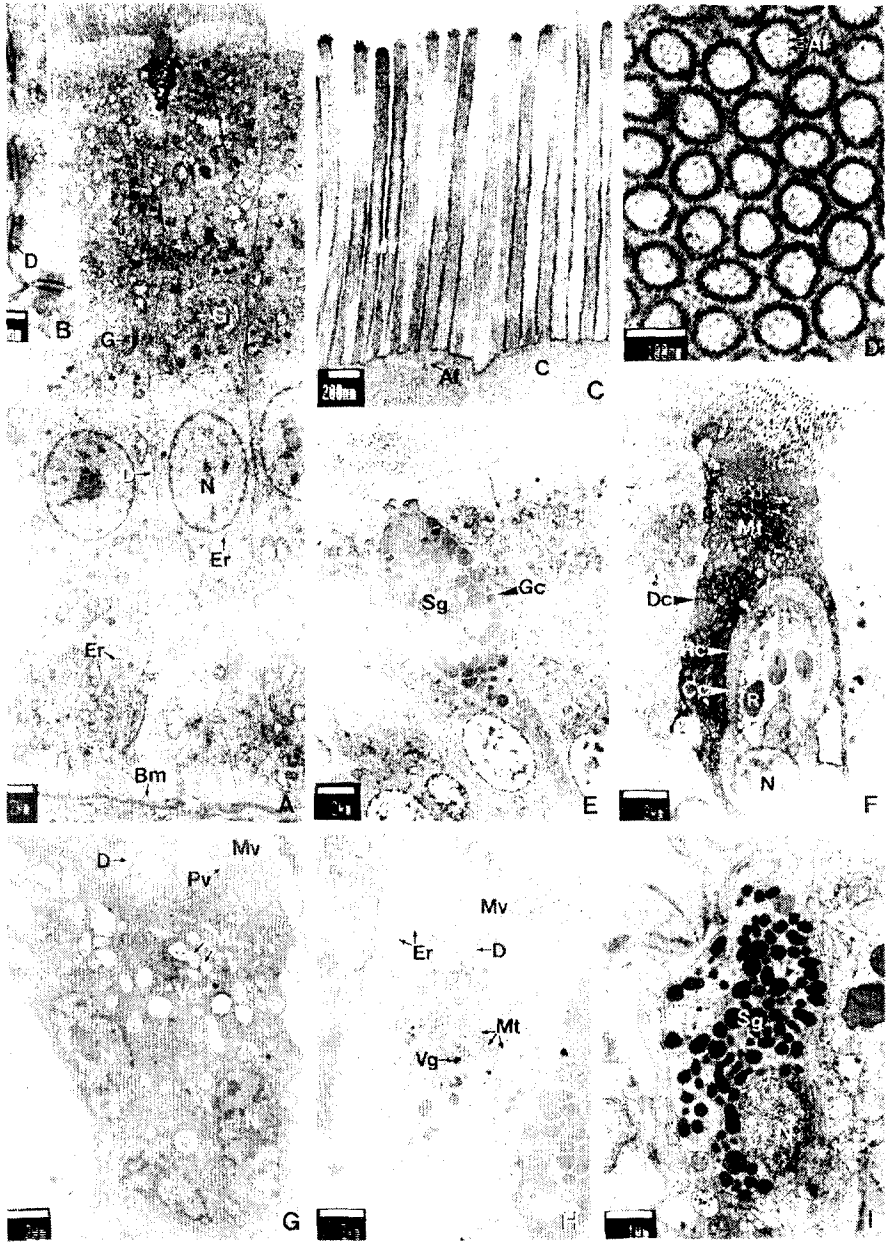


Fig. 5. Electron micrographs of the intestine in the rockfish, *Sebastes schlegeli*. A. Mucosa epithelium is columnar with well developed apical microvilli(Mv). B. Intercellular junctions of the mucosa epithelium. C. Longitudinal section of apical microvilli of the mucosa epithelium. Note the actin filament(Af). D. Cross section of apical microvilli of the mucosa epithelium. E. Goblet cell(Gc) of the mucosa contains numerous secretory granules(Sg). F. Longitudinal section of the rodlet cell(Rc) showing a well developed rodlet(R) and cytoplasmic capsule(Cc). G. Dark cell of the mucosa showing a high electron density in the cytoplasm and contains well developed mitochondria(Mt). Note the pinocytotic vesicles(Pv). H. Longitudinal section of the absorptive cell showing a well developed microvilli, endoplasmic reticula(Er), mitochondria and vesiculated granules(Vg) in the upper position. I. Enteroendocrine cell of the mucosa. Bm; basement membrane, C; cytoplasm, D; desmosome, Dc; dark cell, G; Golgi complex, N; nucleus.

장 크며 식도에만 분포한다. 배상세포는 불꽃 형태를 취하며, PAS 반응상에서는 크기가 가장 작고 단일 구조이며, Mallory 삼중염색상에서는 내부에 여러개의 작은 공포를 가진다. 그리고 배상세포는 상피층의 주변부에 위치하며 한쪽 끝이 소화관의 내강에 인접해 있는데 주로 유문수와 장부위에 분포한다. 반면, 영양분 흡수세포는 PAS 반응상에서는 크기가 배상세포보다 크며, 원형이고 여러개의 작은과립으로 구성되어 있고, Mallory 삼중염색에서는 단일 공포상으로 나타나며, 상피세포의 핵 바로 위에 위치하는데 주로 유문수와 장부위에 분포한다. 영양분 흡수세포들의 이와 유사한 광학현미경적 특징은 금붕어(Gauthier and Landis, 1972; Caceci, 1984), *Platichthys flesus*(Jenkins et al., 1992), black mollie(Tomas and Hrubec, 1990)와 망상어(Lee and Chin, 1995)의 소화관에서도 보고된 바 있다.

조피볼락의 식도 점막상피층에서는 미세음모의 발달이 아주 미약한 반면, 점액세포의 수와 근육층은 발달을 보인다. 이와 같은 특징은 차벨메기, *Ictalurus punctatus*(Sis et al., 1979)와 *Perca fluviatilis*(Hirji, 1983)에서도 보고되었는데, 이는 식도의 물질수송이라는 기능을 효율적으로 수행하기 위한 상호보완적인 구조적 특징으로 생각된다.

위의 근육층은 소화관의 다른 부위와는 달리 종주근층, 사주근층, 환상근층의 세층으로 잘 발달되어 있는데, 이와 같은 근육층의 발달은 위의 연동운동을 효과적으로 수행하기 위한 구조적 발달로 볼 수 있을 것이다.

위선을 구성하는 세포들 가운데 주세포의 미세구조는 미토콘드리아와 조면소포체 그리고 전자밀도가 높은 분비과립들이 잘 발달되어 있는데, 이러한 구조는 단백질성의 물질을 분비하는 기능을 가진다는 것을 잘 나타내는 특징이라고 할 수 있다.

조피볼락 성체 소화관 가운데 장과 유문수의 점막상피층은 매우 유사한 구조를 나타내고 있지만 배상세포의 수는 유문수에서 훨씬 적다. 그리고 유문수와 장 상피의 정단면에서는 미세음모의 발달이 관찰되는데 미세음모의 길이와 내부의 actin

filament는 유문수의 상피에서 보다 장의 상피에서 발달된 경향을 보인다. 이와 같은 현상은 소화물질 수송이라는 기능이 유문수 보다 장에서 훨씬 높다는 것을 보여주는 구조적 특징으로 생각된다.

조피볼락의 유문수와 장 상피의 원주상피세포들 가운데 영양분 흡수세포들의 전자현미경적인 특징으로는 세포질 상부에서 미토콘드리아와 소포체 그리고 전자밀도가 높은 과립상의 물질들이 다수 관찰되며, 또한 음작용포와 다포체의 출현을 들 수 있다. 이와 같은 특징은 무지개송어(Kimura, 1973a; Ezeasor and Stokoe, 1981), 금붕어(Iida and Yamamoto, 1985), luderick(Anderson, 1986), black mollie(Tomas and Hrubec, 1990) 그리고 *Platichthys flesus*(Jenkins et al., 1992) 등에서 보고된 영양분 흡수세포들과 거의 일치된 특징이다.

장과 유문수의 상피층에는 세포질의 전자밀도가 높은 dark cell들이 관찰되는데 이들 세포의 기능에 관해서는 크게 두가지의 상반된 의견이 존재한다. 한가지는 산성분비물의 생산이며(Giraud et al., 1979), 또 한가지는 고분자 영양분의 흡수라는(Jenkins et al., 1992) 반대적인 견해이다. 본 연구에서는 dark cell의 미세구조는 세포질의 전자밀도가 높은 것을 제외하고는 원주형 흡수세포의 특징과 매우 잘 일치하며, 분비세포들의 가장 중요한 특징중의 하나인 분비과립을 관찰할 수 없었다. 따라서 dark cell의 기능은 후자에 가깝다고 생각된다.

장과 유문수의 점막상피층에서 관찰되는 rodlet cell은 무지개송어의 유문수에서는 pear-shaped cell(Kimura, 1973b)로 기재되었으며, 이외에도 *Catostomus commersoni*와 *Perca flavescens*의 장과 아가미(Leino, 1982) 그리고 luderick(Anderson, 1986) 등 여러 어류에서 보고된 바 있으며, 그 기능은 당단백질 분비라고 알려져 있다. 본 연구에서도 이들 세포의 미세구조 가운데는 특히, 소포체와 골지체가 발달되는 등 분비기능을 하는 세포들의 미세구조적 특징을 보이고 있어 이전의 연구들과 일치된 결과를 보이고 있다. 하지만 rodlet cell의 분비기작과 두꺼운 cytoplasmic capsule을 가지는 이유 등에 관해서는 세부적인 추후

연구가 필요하리라 생각된다.

사 사

본 연구는 1996년도 교육부 학술연구 조성비 (수·해양분야)에 의해 수행되어진 것임.

인 용 문 헌

- Anderson, T. A. 1986. Histological and cytological structure of the gastrointestinal tract of the luderick, *Girella tricuspidata* (Pisces, Kyphosidae), in relation to diet. *J. Morph.* 190 : 109~119.
- Babkin, B. P. and D. J. Bowie. 1928. The digestive system and its function in *Fundulus heteroclitus*. *Biol. Bull.* 54 : 254~277.
- Bergeron, T. and B. Woodward. 1983. Ultrastructure of the granule cells in the small intestine of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) before and after stratum granulosum formation. *Can. J. Zool.* 61 : 133~138.
- Caceci, T. 1984. Scanning electron microscopy of goldfish, *Carassius auratus*, intestinal mucosa. *J. Fish. Biol.* 25 : 1~12.
- Cataldi, E., S. Cataudella, G. Monaco, A. Rossi and L. Tancioni. 1987. A study of the histology and morphology of the digestive tract of the sea-bream, *Sparus aurata*. *J. Fish. Biol.* 30 : 135~145.
- Ezeasor, D. N. and W. M. Stokoe. 1981. Light and electron microscopic studies on the absorptive cells of the intestine, caeca and rectum of the adult rainbow trout, *Salmo gairdneri*, Rich. *J. Fish Biol.* 18 : 527~544.
- Gauthier, G. F. and S. C. Landis. 1972. The relationship of ultrastructural and cytochemical features to absorptive activity in the goldfish intestine. *Anat. Rec.* 172 : 675~702.
- Giraud, A. S., N. D. Yeomans and D. J. B. StJohn. 1979. Ultrastructure and cytochemistry of the gastric mucosa of a reptile, *Tiliqua scincoides*. *Cell Tissue Res.* 197 : 281~294.
- Grau, A., S. Crespo, M. C. Sarasquete and M. L. Gonzalez de Canales. 1992. The digestive tract of the amberjack *Seriola dumerili*, Risso : a light and scanning electron microscope study. *J. Fish Biol.* 41 : 287~303.
- Hirji, K. N. 1983. Observations on the histology and histochemistry of the oesophagus of the perch, *Perca fluviatilis* L.. *J. Fish Biol.* 22 : 145~152.
- Iida, H. and T. Yamamoto. 1985. Intracellular transport of horseradish peroxidase in the absorptive cells of goldfish hindgut in vitro, with special reference to the cytoplasmic tubules. *Cell Tissue Res.* 240 : 553~560.
- Iwai, T. 1968. Fine structure and absorption patterns of intestinal epithelial cells in rainbow trout alevins. *Z. Zellforsch.* 91 : 366~379.
- Jenkins, P. G., A. L. Pulsford and J. E. Harris. 1992. Microscopy of the absorptive cells and gut associated lymphoid tissue of the flounder *Platichthys flesus*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 72 : 553~567.
- Kimura, N. 1973a. Fine structure of the epithelial cells in the pyloric caecum of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Japanese J. Ichthyol.* 20 : 13~24.
- Kimura, N. 1973b. Fine structure of pear-shaped cells and "vesicle-rich cells" in the pyloric caeca of rainbow trout. *Japanese J. Ichthyol.* 20 : 94~106.
- Lee, J. S. and P. Chin. 1995. Morphology and histochemical characteristics of the alimentary tract in surfperch, *Ditrema temmincki*. *Korean J. Ichthyol.* 29 : 438~449.
- Leino, R. L. 1982. Rodlet cells in the gill and intestine of *Catostomus commersoni* and *Perca flavescens* : a comparison of their light and electron microscopic cytochemistry with that of mucous and granular cells. *Can. J. Zool.* 60 : 2768~2782.
- Noailliac-Depeyre, J. and N. Gas. 1976. Electron microscopic study on gut epithelium of the tench (*Tinca tinca*, L.) with respect to its absorptive functions. *Tissue Cell.* 8 : 511~530.
- Sis, R. F., P. J. Ives, D. M. Jones, D. H. Lewis and W. E. Haensly. 1979. The microscopic anatomy of the oesophagus, stomach and intestine of the channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *J. Fish Biol.* 14 : 179~186.
- Tomas, C. and T. C. Hrubec. 1990. Histology and

- ultrastructure of the gut of the black mollie(*Poecilia* spp.), a hybrid teleost. *J. Morph.* 204 : 265~280.
- Williams, J. A. and B. B. Nickol. 1989. Histological structure of the intestine and pyloric caeca of the green sunfish, *Lepomis cyanellus* Rafinesque. *J. Fish Biol.* 35 : 359~372.
- 竹内俊郎. 1991. 3. 消化と栄養, 魚類生理學, 板澤靖男 · 羽生功 篇, 恒星社 厚生閣, 東京 p. 67~101.

**Biological Study on the Increment of Survival Rate
during Early Life Cycle in the Rockfish,
Sebastes schlegeli(Teleostei : Scorpaenidae)**

Ⅲ . Ultrastructure of the Adult Digestive Tract

Pyung Chin, Jung Sick Lee*, Yun Kyung Shin and Hak Gyoon Kim**

Department of Marine Biology, Pukyong National University, Pusan 608 - 737, Korea

*Department of Fish Pathology, Yosu National University, Yosu 550 - 749, Korea

**Department of Harmful Algal Blooms Research, National Fisheries Research
and Development Institute, Pusan 619 - 900, Korea

The digestive tract of the rockfish, *Sebastes schlegeli* composed of pharynx, esophagus, stomach, intestine, anus and ten or eleven pyloric caeca. Pyloric caeca is blind sac of banana shape, and that is originated from pyloric portion of the stomach. The relative length of gut(RLG), that is length of digestive tract to standard length, is about 1.56(n=10). Esophageal muscularis consists of thin outer layer of longitudinal muscle and thick inner layer of circular muscle. Mucosal epithelium consists of columnar epithelium with short microvilli and contains numerous mucous secretory cell. The mucosal folds of the stomach are regular, and the muscularis consists of longitudinal, oblique and circular muscle layer. The chief cell of the gastric gland have a tubular mitochondria, endoplasmic reticula and numerous secretory granules in electron - dense. However, parietal cell contains small mitochondria, endoplasmic reticula and vacuoles in low electron density. Mucosal epithelium of the pyloric caeca and intestine composed of columnar epithelium, goblet cell, rodlet cell and dark cell. Columnar absorptive cell in the pyloric caeca and intestine contains well developed mitochondria, endoplasmic reticula, vesiculated granules in high electron density, pinocytotic vesicles and multivesicular body. Rodlet cell have a well developed cytoplasmic capsule and the endoplasmic reticula in the cytoplasm. Dark cell showing a high electron density in the cytoplasm and contains well developed mitochondria. Columnar epithelium of the intestine have a well developed intercellular junction and the microvilli which contains actin filament originated from the cytoplasm. Mucosal epithelium of the intestine have a longer microvilli and more abundant goblet cells than in the pyloric caeca.