

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

IV. 자치어 소화관의 구조·기능적 분화

이정식* · 진 평 · 신윤경

*여수대학교 어병학과 · 부경대학교 해양생물학과

부화직후 체내자어는 난황주머니를 가지며, 소화관은 거의 직선상이다. 출산직후 전장 5.0mm일 때 입과 항문은 열린 상태이며, 전장 5.2mm 크기의 자어 소화관은 초기 분화상태인 인두, 식도, 위, 유문수, 장의 구분이 가능하였다. 전장 5.3mm 자어의 식도에서는 PAS 양성 점액세포가 나타났다. 전장 5.7mm 부터 장에서는 배상세포가 관찰되었다. 전장 5.9mm 자어의 장에서는 PAS 양성 흡수세포가 나타나기 시작하였다. 난황은 전장 6.0mm 시기에 거의 흡수되었다. 전장 8.5mm 자어의 위점막층에서는 위선의 형성은 뚜렷하지만, 표면상피에서 PAS 양성 과립은 관찰되지 않았다. 전장 9.0mm 이상 자어 식도의 조직학적 구조는 성체와 유사하였다. 전장 13.0~15.0mm의 치어기에 위, 유문수, 장의 조직학적 구조는 성체와 유사하지만 기능적 소화관은 전장 18.0~20.0mm의 치어기에 완성된다고 할 수 있다.

서 론

어류는 초기 배발생 과정에 필요한 에너지를 난포세포의 성장과정 동안 난황의 형태로써 난세포질에 축적하게 된다. 수정 후 초기 배발생 과정과 전기 자어기 동안 이들 난황은 거의 대부분 고갈되고, 이후부터 어류는 생존과 성장에 필요한 에너지원을 외부로부터 섭취하여야 한다.

어류의 소화관에는 영양분을 선택적으로 소화·흡수하는 세포들이 존재하며, 이들 영양분 흡수세포들의 분포 및 분화·발달양상은 종에 따라 다르다(Boulhic and Gabaudan, 1992; Gauthier et al., 1972; Grau et al., 1992; Iwai, 1968; Jenkins et al., 1992; Noaillac and Gas, 1976; Stroband and Kroon, 1981; Lee and Chin, 1995, 1996). 그리고 자어의 경우 요구되는 영양분은 각각 어종과 성장시기에 따라 다르며 이는 소화관의 분화 및 발달시 각 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 기본적인 자료가 될 것이다.

어류 소화관의 발달에 관한 조직화학적 보고 가운데 *Clarias lazera*(Stroband and Kroon, 1981), *Hypomesus transpacificus nipponensis*(Watanabe, 1981), *Chanos chanos*(Ferraris et al., 1987), *Hippoglossus hippoglossus*(KjØrsvik and Reiersen, 1992) 그리고 *Solea solea*(Boulhic and Gabaudan, 1992) 등의 어류는 치어기(juvenile stage)를 중심으로 기능적인 위가 완성되므로 이들 어류의 실질적이고 완전한 소화·흡수기능의 시작은 이때부터라고 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 조피볼락 치어기 전후를 중심으로 이 시기에 과연 소화관이 구조·기능적으로 완성되는지의 여부를 판정하여 이를 토대로 이시

기에 필요한 적절한 먹이공급에 관한 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

체내자어는 모체의 난소강으로부터 추출하여 해부현미경을 이용하여 전장을 0.1mm까지 측정하였다. 출산 후의 자어는 경남 통영군 용초 호림수산 종묘배양장으로부터 제공받은 것이다. 측정이 끝난 후, 체내자어 및 출산 자치어는 어체 전체를 고정 포매하였다.

소화관은 광학현미경 조직표본 제작을 위해 Bouin's solution에 10시간 고정한 후, 파라핀 포매법에 의하여 두께 5~6 μ m의 횡단면과 종단면의 연속절편을 만들었다. 절편방향은 같은 크기의 개체를 각각 cross section, frontal section 그리고 sagittal section을 실시하였으며, 제작된 조직표본은 Mayer's hematoxylin - 0.5% eosin(H-E)의 비교염색과 Mallory 삼중염색 그리고 다당류 증명을 위한 periodic acid-Schiff(PAS) 반응을 실시하였다.

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

출산 후 자치어 시기의 구분은 Kim and Han (1991)의 방법에 따랐으며, 소화관의 구조적 완성여부의 판단 기준은 Chin *et al.*(1998)의 보고를 기초로 하였다.

결 과

부화직후 체내자어는 복부에 난황주머니를 가지며 난황주머니에는 상당량의 난황을 보유하는데, 임신기 동안 난황낭의 크기는 점차 작아진다. 이 시기에 소화관은 거의 직선상에 가깝다(Fig. 1, A). 출산 후 전장 5.0mm 크기의 자어는 입과 항문이 열린 상태이고, 소화관은 여전히 직선상이며 장은 입방상피로 구성되며, 점막주름은 아직 형성되지 않았다(Fig. 1, B). 그리고 복부에는 여전히 다량의 난황 덩어리를 보유하고 있다(Fig. 1, C). 자어의 난황은 출산 후 약 7일 전장 6.0mm 시기에는 완전히 흡수된다. 소화관의 전체적인 외부형태는 출산 후 20~25일 전장 15.0~19.0mm 크기의 치어 시기가 되면 거의 성체와 유사하게 된다.

식도의 발달상을 보면, 출산직후 전장 5.0mm 시기부터 점액세포의 분포와 내부 형태적인 차이에 의하여 인두와 구별된다. 전장 5.2mm 시기에는 인두부분의 점액세포들이 PAS에 양성반응을 보이기 시작한다(Fig. 1, D). 전장 5.3mm 시기를 전후하여 식도부분의 점액세포들은 수적으로 증가하고 PAS에 양성반응을 나타내며, 점막주름이 형성되기 시작한다(Fig. 1, E). 이후, 점막주름이 발달되면서 점액세포들은 크기와 수적으로 증가하게 된다(Fig. 1, F). 식도를 구성하는 조직층들은 차츰 발달하여 전장 9.0mm를 전후하여 근육층, 점막하층, 점막층의 구분이 매우 명확하게 되면서 구조적으로 완성된다(Fig. 1, G).

위를 구성하게 될 부위의 구분은 형태적으로는 출산직후부터 가능하지만, 조직학적으로는 불가능하다. 전장 5.2mm 시기를 전후하여 주로 입방상피로 구성된 점막주름이 형성되면서 조직학적으로 위의 초기 분화가 관찰된다(Fig. 1, H). 점막주름이 차츰 발달하면서 전장 6.5mm 시기부터 위는 근육층과 점막하층 그리고 점막층에서 위선의 구분이 가능하며, 전장 8.5mm를 전후하여 위에서는 발달된 근육층과 표면상피와 위선의 구분이 명확한 점막층이 관찰된다(Fig. 1, I). 전장 9.5mm 시기에는 위 점막주름이 전체적으로 발달하는 양상을 보이면서(Fig. 2, A), 전장 13.0mm 크기로 성장하게 되면 점막층의 표면상피에서 PAS 양성과

Fig. 1. Photomicrographs on the development of digestive tract in the rockfish, *Sebastes schlegeli*. A. Sagittal section of embryo just after the hatching. B. Sagittal section of embryo just after the parturition. Note the opened anus. C. Yolk mass of larva in TL 5.3mm. D. Pharyngeal part of larva in TL 5.2mm. Note the PAS positive mucous cell. E. Esophageal part of larva in TL 5.4mm. F. Esophagus of larva in TL 6.3mm. Note the developed mucosal fold and mucous cell. G. Esophagus of larva in TL 9.2mm. Note the developed muscular layer. H. Stomach and esophagus of larva in TL 5.2mm. I. Stomach of larva in TL 9.0mm. Note the gastric gland and muscular layer. An; anus, Dt; digestive tract, E; eye, Es; esophagus, Gg; gastric gland, It; intestine, Mc ; mucous cell, Mf; mucosal fold, Mi; muscular layer, Ph; pharynx, Se; surface epithelium, Sm; submucosa, St; stomach, Ym; yolk mass.

Fig. 2. Photomicrographs on the development of digestive tract in the rockfish, *Sebastes schlegeli*. **A.** Stomach of larva in TL 9.5mm. Note the developed mucosal fold. **B.** Stomach of larva in TL 13.0mm. Note the developed submucosa. **C.** Pyloric caecum of larva in TL 5.5mm. **D.** Pyloric caecum of larva in TL 6.3mm. **E.** Pyloric caecum of larva in TL 13.0mm. Note the lumen. **F.** Intestine of larva in TL 5.2mm. **G.** Intestine of larva in TL 5.7mm. Note the goblet cell. **H.** Intestine of larva in TL 5.9mm. Note the absorptive cell. **I.** Intestine of larva in TL 7.5mm. **J.** Intestine of larva in TL 9.7mm. Ac; absorptive cell, Gc; goblet cell, Gg; gastric gland, It; intestine, Lu; lumen, Mf; mucosal fold, Ml; muscular layer, Mv; microvilli, Pc; pyloric caecum, Sm; submucosa.

Fig. 3. Electron micrographs of juvenile digestive tract in the rockfish, *Sebastes schlegeli*. A. Muscular layer of juvenile stomach in TL 18.0mm. B. Gastric gland of juvenile stomach in TL 18.0mm. Note the undifferentiated gastric gland cell. C. Surface epithelium of mucosal layer of juvenile pyloric caecum in TL 18.0mm. D. Dark cell of mucosal layer of juvenile pyloric caecum in TL 18.0mm. E. Goblet cell of mucosal layer of juvenile intestine in TL 18.0mm. F. Dark cell of mucosal layer of juvenile intestine in TL 18.0mm. Ace; absorptive columnar epithelium, Dc; Dark cell, Gc; goblet cell, Mfb; muscular fiber bundle, Mt; mitochondria, Mv; microvilli, N; nucleus, Sg; secretory granule.

림이 나타나지 않는 것을 제외하고 위를 구성하는 조직층들의 구분이 명확하여 광학현미경적 구조를 완성하게 된다(Fig. 2, B). 치어기로 이행되는 전장 15.0mm를 전후하여 투과전자현미경하에서 위선을 구성하는 선세포들은 아직 미분화 상태이다. 출산 후 25일된 전장 18.0mm 크기의 치어 소화관 가운데 위의 근육층은 근섬유 다발이 잘 발달되어 있어서 성체 소화관의 근육층과 유사한 구조(Fig. 3, A)를 보인다. 그러나 점막상피층에 형성되어 있는 위선의 경우 투과전자현미경하에서 위선을 구성하는 세포들의 세포소기관의 발달정도는 완전하지 않으며, 분비과립 역시 아주 소수가 관찰되는 등 구조·기능적인 측면에서 불완전한 상태로 나타났다(Fig. 3, B). 하지만 전장 20.0mm 시기에는 성체에서 관찰되는 것과 유사한 상태를 나타내게 된다.

유문수의 발달상은 연속절편한 광학현미경 관찰용 조직표본하에서 전장 5.2mm 시기부터 미약하나마 그 분화가 관찰된다. 전장 5.5mm 크기의 표본에서 여러개의 맹낭형태로 나타나는 유문수는 입방상피로 구성되며 내강은 뚜렷하지 않다(Fig. 2, C). 전장 6.3mm 시기에 유문수는 점차 길어지면서 상피층은 원주형으로 차츰 바뀌어지며 내강의 형성이 관찰된다(Fig. 2, D). 전장 13.0mm 전후 개체들의 유문수는 점막주름의 형성과 함께 상피층은 원주형을 나타내고 내강은 더욱 명확해진다(Fig. 2, E). 치어로 이행되는 전장 15.0mm 크기 개체들의 유문수에서는 배상세포와 다당류흡수세포 그리고 미세용모의 관찰이 불가능하였다. 전장 18.0mm 개체의 유문수를 투과전자현미경으로 관찰한 결과 점막상피층의 원주상피세포와 흡수기능을 가지는 원주상피들은 정단면의 미세용모를 비롯한 세포질의 세포소기관들의 발달이 뚜렷하다(Fig. 3, B). 그러나 성체에서 관찰되는 pear-shaped cell의 관찰은 사실상 어렵고, dark cell의 경우에도 이들 세포의 세포질의 전자밀도는 낮은 편이며, 세포소기관의 발달도 미비한 상황이다(Fig. 3, C).

장의 분화 및 발달상은 출산직후 전장 5.0mm 시기에 장의 점막주름은 미발달된 상태이며, 상피층은 주로 입방상피로 구성되어 있다. 전장

5.2mm 시기에 입방상피는 원주형으로 바뀌면서 정단부에서 미세용모들이 관찰된다(Fig. 2, F). 전장 5.7mm 시기에 점막주름이 발달하기 시작하며, 장상피는 미세용모들이 발달된 뚜렷한 원주형을 나타내며, 그 사이에서 배상세포들이 관찰된다(Fig. 2, G). 전장 5.9mm 시기에 장의 점막주름이 차츰 발달되면서 점막하층이 미약하게나마 구별되고, 상피층에서는 H-E 염색에서는 공포로 나타나며, PAS에는 양성반응을 나타내는 다당류흡수세포들이 관찰된다(Fig. 2, H). 그후 자어가 전장 7.5mm 정도 되면 점막주름은 잘 발달되며 점막층에서는 공포상의 세포들이 증가된 양상을 보인다(Fig. 2, I). 출산 후 16일된 전장 9.5mm 내의 개체의 장점막주름은 불규칙할 정도로 잘 발달되어 있으며, 점막층에는 배상세포와 다당류흡수세포들의 증가양상이 매우 뚜렷하고, 점막하층과 근육층의 발달도 관찰된다(Fig. 2, J). 전장 18.0mm 개체의 장을 투과전자현미경으로 관찰한 결과 점막상피층의 구성세포 가운데 배상세포는 전자밀도가 높은 분비과립을 함유하는 등 성체와 유사하였다(Fig. 3, E). 그리고 pear-shaped cell의 발달은 미미한 편이나 dark cell의 발달정도는 성체와 유사하게 나타났다(Fig. 3, F).

고 찰

조피볼락 소화관의 구조 및 기능적인 완성은 소화관의 형태적 변화, 점막주름의 형성, 상피층 구성세포의 변화 및 미세용모의 발달양상, 위선의 발달, 흡수세포와 배상세포 그리고 근육층 발달 등의 특징을 기준으로 볼 때, 출산된 이후 전장 약 20.0mm의 치어기에 완료되는 것으로 나타났다.

태생어류 체내자어의 모체내 영양적용 형태는 난황의존형(lecithotrophy)과 모체의존형(metrotrophy)으로 나누어진다. 난황의존형은 체내자어가 모체내에서 성장하는 동안 영양분의 근원을 난황 축적물에 의존하는 형태이고, 모체의존형은 임신기 동안 모체로부터 계속적인 영양분을 공급받는 형태이다(Wourms, 1981). 조피볼락의 출산 전 체내자어의 경우는 Shimizu and Yamada (1980)의 보고와 같이 본 연구 결과에서도 난황의 보유와 사

용이 확인되었으며, 체내자어는 지느러미 상피와 후장상피를 통하여 영양분을 흡수한다는 Shimizu *et al.* (1991)에 의한 보고로부터 조피볼락은 난황 의존형과 placental analogues 형태의 모체의존형 모두에 속한다고 할 수 있을 것이다. 이처럼 조피볼락과 같이 난황의존형과 placental analogues 형태의 모체의존형 모두에 속하는 경우는 탁자볼락, *Sebastes taczanowskii*(Takemura *et al.*, 1995)을 예로 들 수 있다.

출산 후 소화관의 구조적 발달은 인두와 식도에서 가장 빠르게 나타나며, 장의 경우는 점막상피의 발달과 함께 배상세포와 흡수세포의 발달이 관찰된다. PAS 양성 다당류 흡수세포는 전장 6.0mm 전후의 자어 소화관에서 관찰되기 시작하였다. 조피볼락 체내자어는 복부에 난황낭을 가지고 있으며, 난황은 출산 후 전장 6.0mm가 되면 완전히 흡수되어 그 후부터 영양공급은 외부 먹이의 섭식에 의존하게 된다. 전장 6.0mm에는 장에서 다당류 흡수세포가 관찰됨으로써 이 시기부터 자어는 소화관의 흡수기능이 다소나마 시작되어 필요한 에너지원을 얻는 것으로 생각된다. 하지만 이 시기에는 아직 위와 유문수는 구조적으로 미완성된 시기이므로 이 시기에 단백질과 지질 성분의 소화는 실질적으로 불가능할 것으로 추측된다.

소화관 내부의 근육층, 점액분비세포, 선조연의 발달은 주로 고형 섭식물질 및 배설물의 수송과 관련이 있다. 자어는 난황이 완전히 흡수된 이 후부터는 고형물질을 섭식하기 때문에 이들 소화관의 근육층, 점액분비세포 그리고 선조연은 발달과 함께 기능을 수행하는 것으로 생각된다.

조피볼락 소화관의 발달과정에서 이와 같은 광학현미경적 구조들은 전장 13.0~15.0mm의 치어기에는 완성되는 것으로 관찰되었으므로 이 시기부터 고형물질의 섭식활동은 완전히 가능하리라 생각된다. 하지만 이 시기에 이러한 물질들의 소화와 흡수는 여전히 불완전할 것으로 여겨진다.

명 등(1996)은 조피볼락의 소화관 가운데 단백질 분해효소의 가장 높은 활성을 나타내는 부위는 유문수와 위라고 보고하고 있다.

본 연구의 결과로부터 전장 18.0mm 시기에 치어 소화관은 광학현미경적으로는 성체와 유사한

구조를 보이지만, 투과전자현미경 관찰에서 유문수의 실질적인 기능을 하는 pear-shaped cell과 dark cell의 미발달과 위선의 경우 위선을 구성하는 세포들의 세포소기관의 발달정도는 완전하지 않으며, 분비과립 역시 아주 소수가 관찰되는 등 미세구조 및 기능적인 측면에서 다소 불완전한 상태를 보이고 있다. 그러나 이러한 상황은 전장 20.0mm 이상의 치어에서는 성체와 유사한 상태를 보이게 된다.

일반적으로 어류의 성장과정 가운데 치어기는 형태 및 기능적으로 변화가 심한 시기로 알려져 있는데, 특히 *Clarias lazera*(Stroband and Kroon, 1981)에서는 부화 후 경과일수를 기준으로 볼 때 시기적인 차이는 있으나, 어류의 성장단계에 맞추어 볼 때 수정후 12일 된 치어(juvenile)에서 기능적인 위가 완성되는 것으로 보고되고 있다. 이외에도 *Hypomesus transpacificus nipponensis* (Watanabe, 1981), *Chanos chanos*(Ferraris *et al.*, 1987), *Hippoglossus hippoglossus*(Kjørsvik and Reiersen, 1992) 그리고 *Solea solea*(Boulhic and Gabaudan, 1992)에서도 치어기에 외부형태적 변화와 소화관의 기능적 변화가 서로 잘 일치되는 것으로 보고되고 있으며, 본 연구의 결과 조피볼락도 이와 유사한 결과를 나타내고 있다.

본 연구에서 이상과 같은 결과에 대한 고찰을 근거로 볼 때, 조피볼락 소화관에서 탄수화물의 소화 및 흡수기능은 자어시기에 완료되지만 단백질과 지질의 소화 및 흡수기능은 치어기 이후에 완료되는 것으로 사료된다. 따라서 조피볼락의 자어시기에는 주로 탄수화물 계통의 먹이를 공급하고 단백질의 함유가 높은 먹이는 치어기 이후부터 공급하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

사 사

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

인 용 문 헌

Boulhic, M. and J. Gabaudan. 1992. Histological

- study of the organogenesis of the digestive system and swim bladder of the dover sole, *Solea solea*. *Aquaculture* 102 : 373~396.
- Chin, P., J. S. Lee, Y. K. Shin and H. G. Kim. 1998. 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. *Korean J. Ichthyol.* 10(1) : 115~127.
- Ferraris, R. P., J. D. Tan and M. C. De La Cruz. 1987. Development of the digestive tract of milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal) : Histology and histochemistry. *Aquaculture* 61 : 241~257.
- 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.
- 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.
- 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.
- Kim, Y. U. and K. H. Han. 1991. The early life history of rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Korean J. Ichthyol.* 3(2), 67~83.
- KjØrsvik, E. and A. L. Reiersen. 1992. Histomorphology of the early yolk-sac larvae of the Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) - an indication of the timing of functionality. *J. Fish. Biol.* 41 : 1~19.
- Lee, J. S. and P. Chin. 1995. Morphology and histochemical characteristics of the alimentary tract in surfperch, *Ditrema temmincki*. *Korean J. Ichthyol.* 7(2) : 140~149.
- Lee, J. S. and P. Chin. 1996. Uptake of polysaccharide with development of alimentary tract in embryo of *Ditrema temmincki* (Teleostei : Embiotocidae). *J. Korean Fish. Soc.* 29(4) : 438~449.
- 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.
- Shimizu, M. and J. Yamada. 1980. Ultrastructural aspects of yolk absorption in the vitelline syncytium of the embryonic rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Japan. J. Ichthyol.* 27 : 56~63.
- Shimizu, M., M. Kusakari, M. M. Yoklavich, G. W. Boehlert and J. Yamada. 1991. Ultrastructure of the epidermis and digestive tract in *Sebastes* embryos, with special reference to the uptake of exogenous nutrients. *Environ. Biol. Fish.* 30 : 155~163.
- Stroband, H. W. J. and A. G. Kroon. 1981. The development of the stomach in *Clarias lazera* and the intestinal absorption of protein macromolecules. *Cell Tissue Res.* 215 : 397~415.
- Takemura, A., K. Takano and H. Takahashi. 1995. The uptake of macromolecular materials in the hindgut of viviparous rockfish embryos. *J. Fish Biol.* 46 : 485~493.
- Watanabe, Y. 1981. Ingestion of horseradish peroxidase by the intestinal cells in larvae or juveniles of some teleosts. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 47(10) : 1299~1307.
- Wourms, J. P. 1981. Viviparity : The maternal-fetal relationship in fishes. *Am. Zool.* 21 : 473~515.
- 명정인, 박승렬, 백혜자, 민광식. 1996. 해산어류 육상수조 사육기술 개발 시험. 국립수산진흥원 사업보고서 319~328.

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

IV. Structural and Functional Development of the Digestive Tract in the Larva and Juvenile Stage

Jung Sick Lee*, Pyung Chin and Yun Kyung Shin

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

Department of Marine Biology, Pukyong National University,

Pusan 608-737, Korea

Just after hatching the embryo has a yolk sac and straighted digestive tract. Just after parturition in 5.0mm TL the mouth and anus were opened. In the larval stage of 5.2mm TL, digestive tract could be divided into pharynx, esophagus, stomach, pyloric caeca and intestine of the early differentiated state. The esophagus of larvae in 5.3mm TL has a PAS positive mucous cell. From over 5.7mm TL, PAS positive goblet cell recognized in the intestine. PAS positive absorptive cell began to appear in the intestine from 5.9mm TL. Yolk materials were absorbed completely in 6.0mm TL. In the larvae of 8.5mm TL, gastric glands were observed in the mucosa, but the surface epithelium did not have PAS positive granules. From over 9.0mm TL, the histological structure of esophagus showed similar to adult. In the juvenile stage from 13.0mm to 15.0mm TL, histological structure of the stomach, pyloric caeca and intestine showed similar to adult. From the ultrastructural and histochemical study, it is concluded that the functional digestive tract is present in the juvenile stage from 18.0mm to 20.0mm TL.