

# 해상가두리 양식장에서 배합사료 및 생사료 공급에 따른 조피볼락, *Sebastes schlegeli* 의 병리조직학적 변화

최혜승 · 이무근\* · 허민도 · 손맹현 · 안철민 · 김강웅 · 김신권 · 김경덕†  
(국립수산과학원 · \*† 부경대학교)

## The Histo-Pathological Change of Rockfish, *Sebastes Schlegeli* fed the Extruded Pellet and a Raw Fish-based Moist Pellet in Marine Net Cage

Hye-Sung CHOI · Mu-Kun LEE\* · Min-Do HUH · Maeng-Hyun SON · Cheul-Min AN ·  
Kang-Woong KIM · Shin-Kwon KIM · Kyoung-Duck KIM†  
(National Fisheries Research & Development Institute · \*† Pukyong National University)

### Abstract

A histo-pathological examination was carried out to evaluate the effect of commercial extruded pellet (EP) and a raw fish moist pellet (MP) diet on the health of juvenile rockfish cultured in marine net-cage for 7 months. Fish were distributed randomly to each net cage as a group of 76,000 fish (initial mean body weight 5.9 g). After 2 months, the hypertrophy or swelling of liver parenchymal cells was identified in most individuals and lasted until 7 months. Livers in EP fed group frequently showed hypertrophic parenchyma and fatty change with occasional atrophic cells. However, after 4 months, lymphocytic infiltration in splenic parenchyma was seen in a number of individuals. In addition, the gastric glandular epithelium was atrophied and in the lumen of renal tubules protozoan parasites were frequently identified but there was no correlation with the type of feed. Moreover, juvenile rockfish on EP diet showed gross and microscopic hypertrophy of the liver which would be due to oversupply of feed. Severe hepatic cellular hypertrophy or swelling could lead to the damage of microcirculation. Especially fatty change and atrophic change of liver could be the result from the damage, which could be responsible for immunological problem. Lymphocytic infiltration of spleen on the MP diet suggests that juvenile rockfish could be frequently exposed to infectious antigens.

*Key words* : Rockfish, Histo-pathology, Extruded pellet, Raw fish moist pellet

### I. 서론

어류양식을 위해 소요되는 생산비용 중에서 사

료비가 차지하는 비중은 어종에 따라 차이가 있지만, 40~60%로 다른 요인에 비해 상대적으로 높은 비율을 차지하고 있다. 또한 사료는 양식장

† Corresponding author : 054-232-5433, [kdkim@nfrdi.go.kr](mailto:kdkim@nfrdi.go.kr)

\* 본 연구는 국립수산과학원(친환경 실용배합사료 개발 및 품질관리 연구, RP-2012-AQ-072)의 지원에 의해 수행되었습니다.

수질환경 및 질병과 함께 가장 중요하게 고려되어야 할 요인이다. 어류양식업이 경쟁력을 갖기 위해서 양식어업인은 우량종묘를 선정하여 품질이 우수하면서도 경제적인 배합사료(extruded pellet; EP)로 적은 노동력을 투입하여 최대한 빠른 시일 내에 상품크기로 키워 판매하여야 높은 수익을 올릴 수 있다. 배합사료는 생사료에 비해 인건비 및 각종 시설경비를 절약할 수 있으며, 영양학적으로 균형 잡힌 사료를 만들 수 있고, 보관과 취급이 용이하고, 공급과 가격이 안정적인 장점이 있다(Kim et al., 2009a).

현재 상업용 배합사료가 개발되어 판매되고 있지만 대상어종의 성장 및 사료효율 측면에서 생사료(raw fish moist pellet; MP)에 비해 크게 개선되어 있지 않기 때문에 양식어업인 으로부터 외면받고 있는 실정이다. 그러나 생사료는 양식어류에 공급 시 상당량이 유실되어 수중으로 유입되며 이렇게 유실된 생사료는 수질과 저질 환경을 악화시키는 원인이 되기 때문에 해산어 양식용 먹이로써 친환경적인 배합사료 사용은 환경적인 측면에서도 필수적인 과제라 할 수 있다. 또한 생사료 사용은 자원남획 및 어장환경 악화로 귀결되면서 자원고갈과 환경악화로 인한 질병 증가 등의 많은 불이익을 초래할 수 있다(Lee et al., 2005).

배합사료 및 생사료 효능 평가에 관한 연구들(Cho et al., 2005; Kim et al., 2005; Seo et al., 2005)은 대부분 양식어의 성장 및 체조성 변화에 관해서 집중되어 있으며, 양식어의 종합적인 생산성 제고를 위한 배합사료와 생사료 공급에 따른 양식어의 건강도 변화 내용에 관한 연구 자료는 거의 전무한 실정이다. 어류의 건강도는 질병에 대한 면역성을 대변하는 지표라고 할 수 있다. 최근 배합사료 및 생사료 공급에 따른 넙치의 건강도와 관련하여 혈액생화학적 분석 및 병원체 감염 내용에 관하여 조사한 연구가 보고가 있으나(조 등, 2009) 조직학적 건강도 평가에 관한 연구는 아직 없다. 건강도 평가에 있어 조직

학적 검사 소견은 장기의 생리학적 기능 내지 면역성을 대변하는 것으로 질병 감수성과 연관되며, 해부학적 조사가 가능한 어패류에 있어 병리조직학적 검사는 건강도 평가의 가장 훌륭한 도구로써 활용될 수 있다.

사료와 그 급이 내용은 양식과정의 인위적인 요소 중에서 가장 중요한 것이다. 사료는 위의 장관을 통하여 간장으로 영양분이 흡수되므로 사료의 종류 및 급이 내용은 간장을 포함한 소화관 계통에 많은 조직학적 영향을 줄 수 있다. 따라서 본 연구에서는 조피볼락 당년어를 사용하여 건강도 평가의 한 수단으로 병리조직학적 수법을 적용하였으며, 배합사료 및 생사료 공급 후 내부 장기에 대한 병리조직학적 기초조사를 실시함으로써 그 결과를 비교 분석을 시도하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험사료 및 사육관리

실험사료는 EP와 MP의 2가지 종류를 사용하였다. EP는 상업용으로 판매되고 있는 조피볼락용 사료를 구매하여 사용하였고, MP는 냉동 잡어와 분말사료를 95:5의 무게비율로 혼합하여 성형, 제조한 후 냉동 보관하면서 먹이 급여시마다 사용하였다. 실험사료의 영양성분 분석결과를 <Table 1>에 나타내었다.

사육실험은 거제 지역의 가두리 양식장 1개소에서 2009년 6월에서 12월까지 7개월간 실시하였다. 최초 평균체중 5.9g 의 당년생 조피볼락 실험어를 가두리(6×6×7m) 2개에 76,000마리씩 수용하였다. 실험어 사육관리는 일반 가두리 양식현장에서의 방식과 동일한 방식으로 실시하였고, 실험사료는 기존에 연구된 조피볼락 적정사료 공급 횟수 연구결과(Lee et al., 1996)를 바탕으로 1일 1회 반복 공급하였다. 사육기간 동안의 수온은 12~23℃였다.

<Table 1> Nutrient contents of the experimental diet

	Diets	
	EP*	MP**
Proximate composition (dry matter basis)		
Moisture (%)	8.6	74.0
Crude protein (%)	50.4	66.6
Crude lipid (%)	12.3	18.2
Ash (%)	12.4	15.2
Major fatty acids (% of total fatty acids)		
C14:0	3.7	7.2
C16:0	20.3	24.5
C16:1n	5.3	10.4
C18:0	4.3	6.0
C18:1n-9	18.9	18.9
C18:2n-6	10.8	1.7
C18:3n-3	5.8	1.5
C20:1n-9	1.7	0.8
C20:4n-6	1.0	1.5
C20:5n-3	8.2	13.2
C22:3n-3	0.4	0.4
C22:4n-6	0.6	0.5
C22:5n-3	2.8	1.6
C22:6n-3	12.4	10.8

\* Commercial extruded pellet, \*\* Raw fish based-moist pellet.

## 2. 병리조직 검사

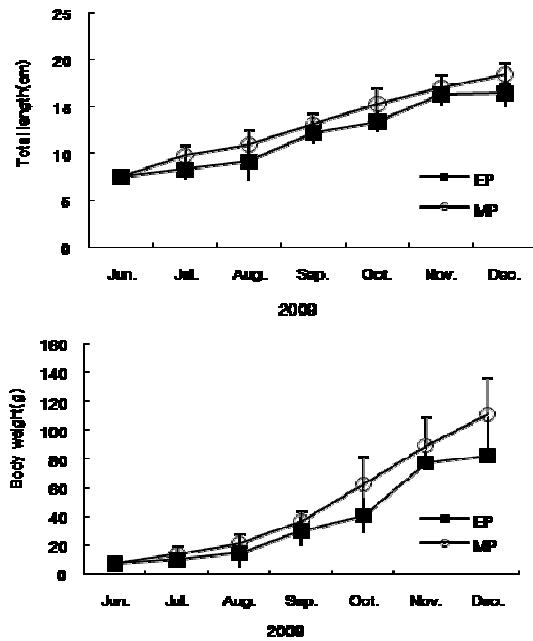
사료 종류별 실험어의 병리조직 검사를 위하여 매월 시험구별로 각각 10마리씩 임의로 채취하여 조직검사용 시료로 사용하였다. 가두리별로 실험어를 채취하여 30분 이내 마취제(tricaine methane sulfonate, Sigma, USA)로 마취한 후 실험어의 외부 및 내부 장기의 임상학적 이상 여부를 조사하였으며, 아가미, 간장, 비장, 신장, 위장 및 전장부를 절취하여 Bouin's solution에 고정하였다. 고정 후 수세하고, 70%에서 100% 알코올에 순차적으로 탈수하였다. 탈수된 조직 시료는 자일렌으로 투명화하여 파라핀 친화시키고, 파라핀 포매 후 microtome을 사용하여 5 µm 두께의 박편을 얻었다. 이를 상법에 따라 Harris hematoxyline

& Eosin 염색하여 광학현미경으로 검경하고 조직학적 분석을 실시하였다.

병리조직학적 건강도 검사는 고정 전 장기에 대하여 실시하였으며, 병변의 내용을 정리하고 각 병변의 의의와 병변 출현의 실험군 간 유의성을 검토하였다. 특히 사료 급이와 연관이 깊고 면역성과 직접 연관되므로 위와 간장의 변화 내용에 집중하였다. 위의 경우는 위선부 및 상피의 변화, 간장에서는 영양흡수와 관련된 실질세포의 변화의 내용을 검토하였다.

## III. 결과 및 고찰

가두리 양식장에서 조피볼락 치어를 배합사료와 생사료를 공급하며 7개월간 사육 실험한 성장 결과를 [Fig. 1]에 나타내었다. 전장 및 체중 측정에 사용된 시료수가 10마리로 비록 제한적이기는 하지만 사육기간이 지남에 따라서 전장 및 체

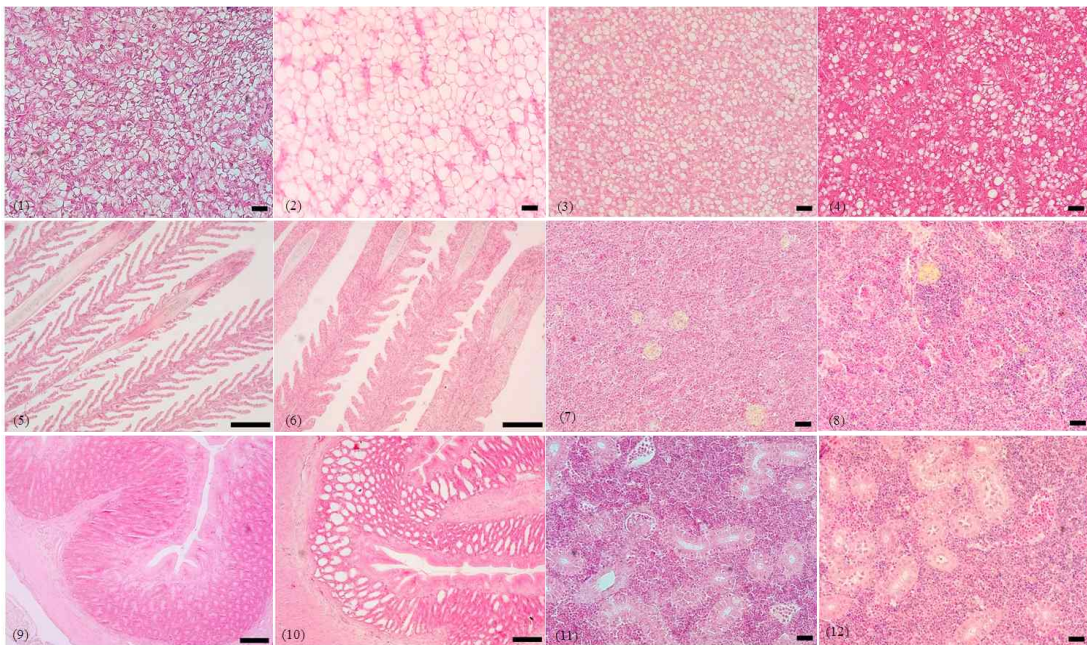


[Fig. 1] Total length and body weight of rockfish, *Sebastes schlegeli* fed with MP and EP

중 모두 직선적으로 증가하는 결과를 보였으며, MP 공급구와 EP 공급구간에 큰 차이를 보이지 않았다. 육상 수조에서 사육된 조피볼락 역시 본 연구와 유사하게 직선적인 성장결과를 보였다 (Lee et al., 1995a). 또한 실험 배합사료 및 시판 배합사료와 MP를 공급하며 15주 동안 조피볼락 (최초 체중 125g)의 사육효과를 비교한 기존의 연구(Lee & Jeon, 1996)에서도 단백질원으로 어분과 육분, 콘글루텐밀, 대두박 및 혈분을 혼합 첨가하여 제조한 실험 배합사료 및 상품 배합사료 공급구가 MP 공급구에 비하여 성장률이 감소하는 결과를 나타내었으나, 단백질원으로 어분만을 사용한 실험 배합사료 공급구는 MP 실험구와 통계적인 차이를 보이지 않았다. 그리고 단백질원으로 어분만을 사용하여 제조한 배합사료로 최초 체중 69g의 조피볼락을 11개월간 사육하며

MP와 사육효과를 비교한 Lee et al.(1995b)의 연구에서도 EP와 MP 사료 공급구간에 성장도에서 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과로 볼 때, 조피볼락 배합사료 제조시 단백질원의 선택에 상당히 신중하여야 할 것으로 판단된다.

조 등(2009)은 배합사료 및 생사료 공급에 의한 넙치의 건강도 변화에 대한 연구에서 혈액생화학적 성분 및 병원체 감염에 있어 두 사료 간에 차이가 없었다고 보고하였다(조 등, 2009). 그러나 배합사료 및 생사료와 같은 사료종류에 따른 양식어의 성장이나 효과에 대한 요구가 지속되고 있어, 본 연구에서는 사료 종류별로 양식어의 건강도 변화에 대해 종합적이고 총체적으로 평가할 수 있는 병리조직학적 평가를 시도하였다. 본 연구에서 사육실험 시작 시, 실험어 일부 개체에서 아가미의 증생성 변화 [Fig. 2-6]를 제외



[Fig. 2] Histological features of internal organs from rockfish, *Sebastes schlegeli* fed with MP and EP. 1~4: Liver, normal (1), hypertrophic parenchyma in EP (2), fatty change in EP (3), atrophic parenchyma in EP (4), 5~6: Gill, normal (5), hyperplastic gill lamella (6), 7~8: Spleen, normal (7), lymphocytic infiltration in MP (8), 9~10: Stomach, normal (9), atrophic gastric gland in MP (10), 11~12: Body kidney, normal (11), protozoan parasites infection in the lumen of renal tubules in MP (12). Bar=100 $\mu$ m

하고는 특이할만한 간장, 아가미, 비장, 위선 상피 및 신장의 조직학적 변화를 관찰할 수 없었다 [Fig. 2-1, 5, 7, 9, 11]. 그러나 사육 실험 2개월 후, 대부분의 실험군과 관계없이 실험어에서 간장 실질세포의 비대 변화가 확인되었으며, 이는 7개월째까지 지속되었다. 또한, 배합사료 공급구 실험어의 간장에서는 간실질의 비대 [Fig. 2-2]와 더불어 간세포의 지방변화 [Fig. 2-3] 및 실질세포의 위축소견 [Fig. 2-4]이 보이는 개체가 생사료 공급구에 비하여 보다 빈번히 확인되었다. 이러한 결과로 볼 때, 조피볼락 당년어 사육을 위한 배합사료 공급은 간장의 영양학적 비대를 유도할 수 있을 것으로 판단되며, 이는 간장 내 미세순환 장애를 초래할 수 있을 것으로도 사료되었다.

이러한 간장의 영양학적 비대는 사료 중의 영양소 함량에 기인하는 것 때문만 아니라, 조피볼락의 성장에 적합한 체계적인 배합사료 공급체계가 확립되어 있지 않은 상황에서 양식어장에서 자가 사료공급방식에 의존하여 조피볼락의 빠른 성장을 기대하여 적정 사료섭취량을 초과한 과다하게 공급된 결과로도 추정해 볼 수도 있다.

배합사료의 공급으로 인한 간실질의 지방변화 및 위축은 미세순환장애로 인한 간세포 손상을 초래할 수 있음을 암시하고 있었으므로 배합사료의 일시적인 과다 공급은 과식으로 이어져 조피볼락 장기 조직의 변화를 야기하고 소실되는 사료는 환경오염 증가를 야기시킬 수 있으므로 체계적인 사료공급 기술이 요구되는 실정이다.

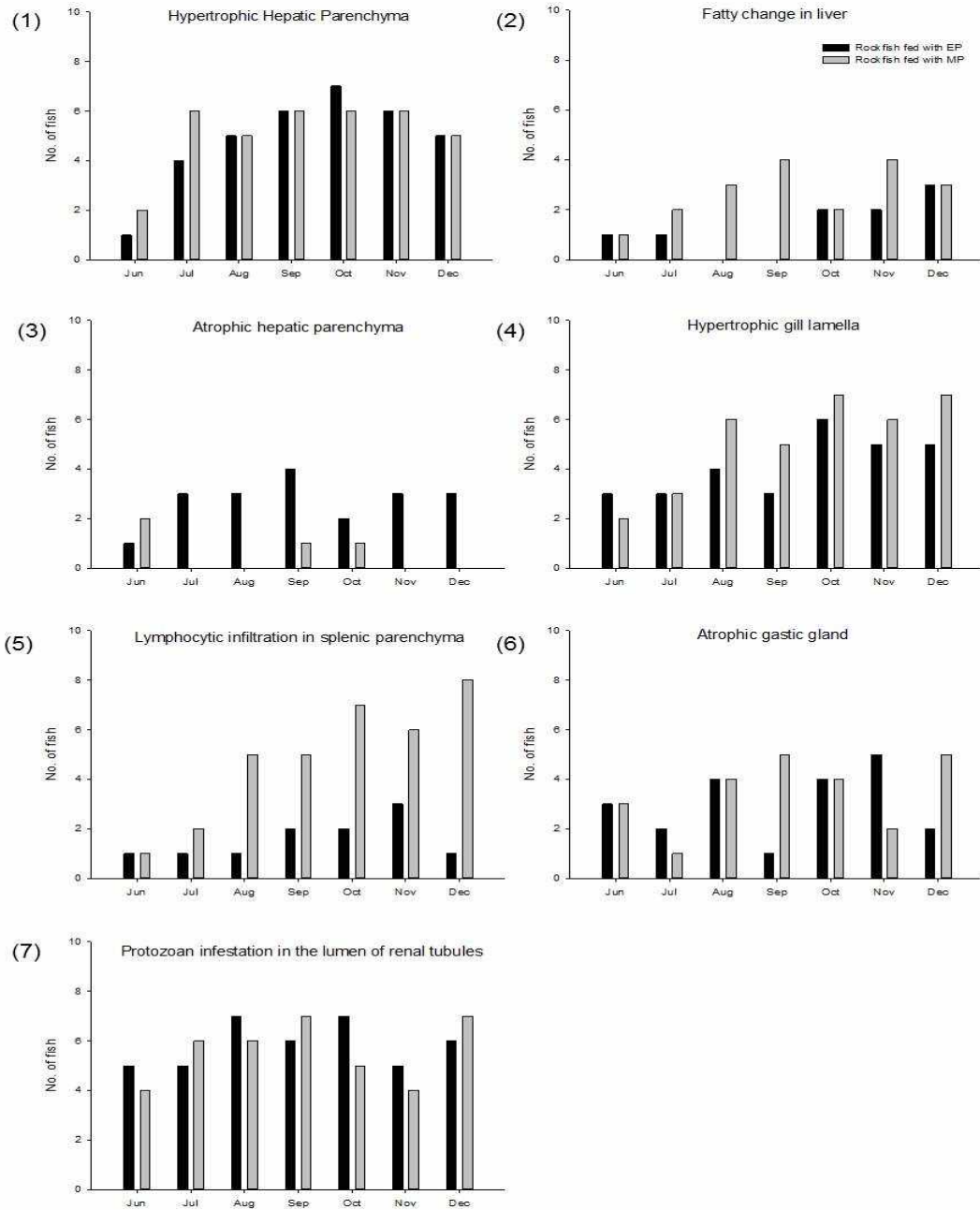
사육실험 4개월 후, 생사료 공급구 실험어에서 비장 실질 내 임파구성 증생 [Fig. 2-8]이 확인되는 개체가 다수 출현하였다. 또한 위선상피의 위축소견 [Fig. 2-10] 및 신장의 신세뇨관내 원충성 기생충 감염소견 [Fig. 2-12]이 빈번히 확인되었으나 사료의 종류와의 연관성은 없는 것으로 나타났다. 생사료 공급구 실험어에서 나타난 비장내 임파구성 증생은 빈번한 감염성 항원노출을 암시할 수 있으므로 [Fig. 3], 생사료를 사용하는 양식장에서는 배합사료 보다 성장은 빠를 수 있지만,

생사료의 경우 세균성 질병과 기생충 감염의 원인이 될 수 있으므로 이에 적합한 양식어 사육관리가 절실히 요구된다.

이상의 결과로 볼 때 양식 조피볼락 치어에 배합사료 공급은 사료급이와 연관이 높고 면역성과 직접 관련된 간장의 영양학적 비대 유도로 간장 내 미세순환 장애로 간 손상 초래 가능성이 있는 것으로 나타나, 양식현장에서 일시적인 과다공급은 지양해야 할 것으로 판단되었다. 또한, 생사료의 장기적인 공급은 비장의 임파구성 증생과 사료가 섭취되면 1차적으로 영향을 받는 위장의 위선상피의 위축이 유도되는 것으로 보아 병원체의 감염에 쉽게 노출되어 있으므로 면역체계가 완전히 확립되지 않은 치어기에 사용하기 위해서는 주의 깊은 사육관리가 필요하다.

## 참고 문헌

- Cho, S. H., Lee, S. M. & Lee, J. H.(2005). Effects of the extruded pellets and raw fish-based moist pellet on growth and body composition of flounder, *Paralichthys olivaceus* for 10 months, J. Aquacult., 18, 60~65.
- Kim, K. D., Kang, Y. J., Lee, H. Y., Kim, K. W., Jang, M. S., Kim, S. K. & Son, M. H. (2009a). Evaluation of extruded pellets containing different protein and lipid levels, and raw fish-based moist pellet for growth of flounder (*Paralichthys olivaceus*), Kor. J. Fish Aquat. Sci., 42, 476~480.
- Kim, K. W., Kang, Y. J., Kim, K. M., Lee, H. Y., Kim, K. D. & Bai, S. C.(2005). Long-term evaluation of extruded pellet diets compared to raw fish moist pellet diets for growing flounder, *Paralichthys olivaceus*, J. Aquacult., 18, 225~230.
- Kim, K. W., Heo, S. B., Kim, K. D., Son, M. H., Kim, S. K., Park, M. W. & Bae, S. C. (2009b). Evaluation of the improving extruded pellet for juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*, Jour. Fish. Mar. Sci. Edu., 21, 562~567.



[Fig. 3] Incidences of histological abnormalities in rockfish, *Sebastes schlegeli* fed with MP and EP. (1) Hypertrophic hepatic parenchyma, (2) Fatty change in liver, (3) Atrophic hepatic parenchyma, (4) Hypertrophic gill lamella, (5) Lymphocytic infiltration in splenic parenchyma, (6) Atrophic gastric gland, (7) Protozoan infestation in the lumen of renal tubules

- Kim, K. W., Heo, S. B., Kim, K. D., Son, M. H., Park, M. W. & Bae, S. C.(2009c). A commercial farm feeding trial to evaluate the laboratory formulated extruded pellet for olive flounder in the East Sea, Jour. Fish. Mar. Sci. Edu., 21, 556~561.
- Lee, J. Y., Lee, S. M. & Jeon. I. G.(1995b). Effects of a practical Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*) diet ; Comparison with raw fish and moist pellet diet, J. Aquacult., 8, 261~269.
- Lee, S. M., Kim, S. H. & Jeon, I. K.(1996). Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and body composition of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*), J. Aquacult., 9, 385~394.
- Lee, S. M., Lee, J. Y. & Jeon, I. K.(1995a). Growth pattern of Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*) from the indoor culture system. J. Aquacult., 8, 221~229.
- Lee, S. M., Seo, J. Y., Lee, Y. W., Kim, K. D., Lee, J. H. & Jang, H. S.(2005). Evaluation of experimental extruded pellet, commercial pellet and raw fish-based moist pellet for growing flounder, *Paralichthys olivaceus*, J. Aquacult., 18, 287~297.
- Seo, J. Y., Lee, J. H., Kim, G. U. & Lee, S. M. (2005). Effect of extruded and moist pellets at different feeding rate on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*, J. Aquacult., 18, 26~30.
- 조미영·오윤경·박신후·이혜영·강용진·박명애 (2009). 배합사료 및 습사료 투여가 양식넙치, *Paralichthys olivaceus* 의 건강도에 미치는 영향, 한국어병학회지 22, 283~291.
- 
- 논문접수일 : 2012년 08월 15일
  - 심사완료일 : 1차 - 2012년 08월 31일  
2차 - 2012년 09월 11일
  - 게재확정일 : 2012년 09월 14일