저수온기 양식 조피볼락, *Sebastes schlegelii* 간에 대한 조직병리학적 연구

최혜승 · 허민도 · 이무근 · 최희정[†] · 박명애

국립수산과학원 병리연구과, 부경대학교 수산생명의학과*

Histopathological observation of liver in cultured black rock fish *Sebastes schlegelii* in low temperature season

Hye Sung Choi, Min Do Huh*, Mu Kun Lee*, Hee Jung Choi[†] and Myung Ae Park

Pathology Division, National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI), Busan 618-902, Korea

*Department of Aquatic Life Medicine, College of Fisheries Science, Pukyong National University, Korea

This study was aimed to determine the fish physical status according to the gross and histopathological findings of liver in cultured black rock fish, *Sebastes schlegelii*. All 47 fish submitted had no marked abnormalities in the external findings. 42.55% of fish showed normal liver, 25.53% yellow liver, 25.53% atrophic brown liver, 4.26% yellowish-green liver and 2.13% fatty liver in gross examination. Grossly normal liver showed no remarkable change in lobular structure but many vacuoles were found in hepatic cell. Hepatic cells took normal roundish, polygonal shapes containing spherical nuclei. In group of yellow-brown liver, many brown pigments were seen in hepatic cells, MMCs and brown-colored hyaline droplets within cytoplasm of hepatocytes. Yellowish green pigments were seen in hepatic cells and MMCs of yellow green liver and green colored hyaline droplets within hepatocytes. The dilated central veins are highlighted with atrophy of hepatic cells. Outline of atrophic hepatocyte became ambiguous and nucleus frequently become small and pyknotic. Fatty liver showed prominent vacuolar structures in cells as clear spaces or foamy cytoplasm with degenerative nuclei. From these results, it was strongly suggested that hepatic gross and histological findings could be used as important and critical health parameters of fish prior to progression to substantial manifestation as clinical disease.

Key words : Histopathological observation, Liver, Black rock fish, Health parameter

우리나라 전체 양식어류 생산량 109,006톤 중에서 (2009년도 기준) 조피볼락은 생산량이 33,020톤 (30.3%) 으로 넙치 54,674톤 (50.2%) 다음으로 많은 양이 사육되고 있다 (통계청, 어업생산통계, 2009). 조피볼락은 주로 횡감이나 매운탕용으로 이용되고 있는 어종으로 경남 (통영, 거제), 전남 (여수, 완도)

을 중심으로 양식이 이루어지고 있다. 지역별 생산량은 경남이 49%, 전남이 34%, 기타 지역에서 18% 생산되어 경남에서 생산량 비중이 높다 (허, 2010).

조피볼락은 사육 적수온이 18~22℃로 수온이 23℃ 이상 되면 먹이활동이 저하되고 25℃ 이상으로 상승하면 생리적으로 면역력 저하가 발생한다. 조피볼락을 비롯한 양식 어류의 건강상태는 외부로부터 투여되는 사료에 의해 많은 영향을 받으며, 망갈이, 선별

[†]Corresponding author : Hee Jung Choi

Tel : +82-51-720-2480 Fax : +82-51-720-2498

E-mail : oysterking@nfrdi.go.kr

수온급변 등의 외부환경변화는 어체에 스트레스를 일으키는 주요 요인으로 작용한다 (Choi *et al.*, 2009). 2006~2008년의 3년간 남해안 거제, 통영 지역의 양식 조피볼락의 병원체 검출률은 46.0~92.0%로 연중 보균하고 있는 것으로 나타났으며, 수온 상승기인 5월에 평균 58.1%, 수온하강기인 10월에 평균 81.5%로 높게 나타났다 (Choi *et al.*, 2010).

이러한 질병 발생은 생산원가 상승과 어가경영 악화로 경제적 손실이 예상되므로 이에 대한 근본적이고 과학적인 원인 구명과 대책이 요구되므로, 사전에 어체의 건강상태를 평가하여 질병을 예방할 수 있는 방안과 기법이 요구되고 있다.

양식 과정 중에 시기에 관계없이 원인불명의 대량 폐사가 발생하거나, 소량씩의 지속적인 폐사를 가져오고 있으며, 원인체가 분리되지 않는 폐사현상 발생 등 양상이 더욱 다양화되고 있다. 대표적인 예로서 황지증, 녹간증 등의 영양성 인자에 의한 경우가 있으며, 이는 양식 사양관리와 직접적인 관련으로 어체의 건강 상태와 직결된다.

임상적으로 이상소견을 보이지 않음에도 불구하고 양식어류를 해부하면 육안적으로 간의 충혈, 녹간, 황간 등 색조의 변화, 위축, 비대 등 형태변화를 보이며, 현미경적으로 염증, 괴사, 농양 등 매우 다양한 소견을 보인다. 일반적으로 사람에서와 마찬가지로 어체 건강의 90% 이상을 책임질 정도로 매우 중요한 간의 병리조직, 혈액학적 조사를 하여 어체의 건강평가에 참고하고자 하였다.

재료 및 방법

해부학적 분석

2011년 1월에서 2월 (수온 10.53~10.67°C) 에 경남 거제와 통영해역의 해상가두리 양식장에서 임상 의

부 소견에서 특기할 이상이 없는 양식 조피볼락 총 47개체를 채집하여, 체장 및 체중을 조사하고, 미부 정맥으로부터 채혈한 다음 해부하여 간의 육안 색조 및 크기를 위주로 내부 증상을 관찰하고, 간중량지수 [HSI(%), $\text{hepatosomatic index} = (\text{간의 무게} / \text{어체 중}) \times 100$]를 조사하였다.

조직학적 분석

광학현미경적 관찰을 위해 조피볼락의 간을 NBF (10% neutral buffered formalin) 용액에 고정한 후 70~100% 알콜로 단계적으로 처리하여 탈수시킨 후 자일렌을 처리하여 투명화시켰다. 투명화된 시료는 60°C의 파라핀 용액에 넣어 포매하여 마이크로톰으로 3~4 μm 로 잘라 슬라이드글라스에 붙여 건조하였다. 파라핀 절편은 haematoxylin과 eosin으로 염색하였으며, 필요에 따라 bile pigment를 확인하기 위하여 Stein's iodine test를 실시하였다. 염색한 절편은 간세포의 형태학적 이상 유무, 지방변화 (fatty change), 간 세포질 내의 색소과립 유무를 확인하였다.

혈액학적 분석

조사 양식장에서 조피볼락을 채포한 후 시험어에 가해지는 스트레스를 최소화하기 위하여 마취제 (MS-222) 처리 후 미부정맥으로부터 채혈하였다. Heparin이 처리된 일회용 주사기로 채혈 후 냉장상태로 실험실로 옮긴 후 hematocrit centrifuge를 이용하여 Hawksley Reader catalogue No.01502로 hematocrit 치 (Ht) 를 측정하며, 헤모글로빈 농도 (Hb) 의 측정에는 FUGI Dri-CHEM 3000 (PHOTO FILM CO. Japan) 의 Hb kit를 이용하여 측정하였다. 나머지 혈액은 냉장상태 (4°C) 로 1시간 방치한 후 12,000rpm 10분간 원심 분리 후 혈청을 분리하였다. 간의 육안색조 및 광학현미경적 관찰로 정상간 개체, 황간 개체 및 갈변

위축 개체로 구분한 후 각 개체의 냉동보관된 혈청을 FUGI Dri-CHEM 3000 (PHOTO FILM CO. Japan) 을 이용하여 아스파라진산염 아미노전이효소 (AST), 알라닌 아미노전이효소 (ALT), 포도당 (glucose), 총 단백질량 (total protein), 총콜레스테롤 (total cholesterol), 중성지방 (triglyceride) 값을 측정하였다.

통계학적 분석

본 실험에서 얻어진 혈액 생화학적 검사 등의 자료에 대한 통계학적 분석은 SPSS 프로그램 (SPSS Inc., Chicago, USA) 에 의한 ANOVA test를 실시하여 Duncan's test로 평균간의 유의성을 검정하였다. 이때 95% 신뢰구간에서 유의차 검정을 하였다.

결 과

조피볼락 총 47 개체 모두 외부 소견에서는 특기할 이상 소견이 없었으나, 간은 육안적으로 정상간 (42.55%), 황간 (25.53%), 갈변 위축 간 (25.53%), 녹간 (4.26%) 및 지방간 (2.13%) 순으로 나타났다 (Fig. 1). 황간 개체의 간은 균질하게 황색을 나타내었고 갈변 위축간 개체의 간은 위축되며 갈색으로 관찰되었으며, 녹간 개체의 간은 황갈색을 바탕으로 부분적으로 녹색조가 동시에 관찰되었다. 지방간 개체의 간은 육안적으로 유백색을 띠나 탁하며, 내장의 60% 이상을 차지할 정도의 크기로 관찰되었다.

Symptom of liver	Normal	Yellow	Brown atrophy	Green	Fatty
Gross sign
Number (%)	20 (42.55%)	12 (25.53%)	12 (25.53%)	2 (2.46%)	1 (2.13%)

Fig. 1. Gross sign of liver.

간의 증상에 따른 조피볼락의 전장, 전중 및 간중량지수는 Fig. 2에 나타내었다. 개체의 전장에 따라 정상간 ($14.6 \pm 1.26\text{cm}$), 갈변 위축간 ($16.4 \pm 0.62\text{cm}$), 지방간 (22cm), 녹간 (23cm), 황간 ($27.2 \pm 0.58\text{cm}$) 순으로 관찰되었으며, 개체의 체중에 따라 정상간 ($56.2 \pm 21.22\text{g}$), 갈변 위축간 ($58.5 \pm 6.67\text{g}$), 녹간 (133g), 황간 ($388 \pm 37.17\text{g}$), 지방간 (516g) 순으로 관찰되었다. 또한 개체의 간중량지수에 따라 녹간 (2.13%), 황간 ($2.6 \pm 0.20\%$), 갈변 위축간 ($2.7 \pm 0.37\%$), 지방간 (3.1%), 정상간 ($4.96 \pm 0.25\%$) 순으로 관찰되었다.

Fig. 2. Total length, total weight and HSI of liver types in rockfish, *Sebastes schlegelii*.

간의 육안적 소견에 따른 조피볼락의 간의 조직 소견

은 Fig. 3에 나타내었다. 정상 간 개체는 HE 염색 시 간세포가 밝게 염색되며, 소엽구조가 불명확하게 관찰되었다 (Fig. 3-A). 간세포는 둥근 다각형으로 동양

모세혈관 (sinusoidal capillary) 주위로 모여 있으며, 세포질의 지방과 글리코겐이 조직처리 중 용출되어 공포로 관찰되며, 밝은 원형의 핵을 가지고 있었다 (Fig. 3-B).

Fig. 3. Histology of five types of liver from *Sebastes schlegeli*. A. Normal liver shows unremarkable lobular change and many vacuolar structures in hepatic cells (HE stain). B. In this photomicrograph of a normal hepatic cell has a roundish polygonal body containing a spherical nucleus (HE stain). C. In group of yellow liver, brown pigments (arrows) seen in hepatic cells and MMC (HE stain). D. In group of yellow liver, brown-colored hyaline droplets (arrows) within hepatocytes (HE stain). E. Histology of liver from the individual with green liver. Yellowish-green pigments (arrows) seen in hepatic cells and MMC (HE stain). F. Greenish-colored hyaline droplets (arrows) within hepatocytes (Stein stain). G. The dilated central veins (CV) are highlighted with atrophy of hepatic cells (HE stain). H. Atrophy of hepatic cell outline becomes indistinguishable and nucleus frequently become small and pyknotic (HE stain). I. Histology of fatty liver showing prominent empty and clear spaces (HE stain). J. The hepatocytes contain numerous intracytoplasmic fat vacuoles (arrows) and show foamy appearance. Note degeneration of the nuclei (arrowhead) (HE stain).

황간 개체는 간 실질세포 손상과 관련된 병변은 관찰되지 않았으나, 황갈색의 과립이 간세포 및 MMC 내에 관찰되었으며 (Fig. 3-C), 간세포는 정상 간 개체에 비해 크기가 위축되어 세포질이 짙은 호산성으로 관찰되며, 세포질 내에 핵과 유사한 크기의 황갈색 초자적 (hyaline droplet) 이 한 개 이상 관찰되었다.

한편, 녹간 개체는 정상 간 개체에 비해 간세포 크기가 위축으로 관찰되며, HE 염색 시 황갈색과 녹색의 초자적이 간세포 및 MMC 내에 관찰되었으며 (Fig. 3-E), 담즙색소 동정을 위한 Stein 염색에서 간세포질 내에서 담즙색소로 추정되는 녹색의 초자적이 관찰되었다 (Fig. 3-F).

갈변 위축 간 개체는 간세포의 용적이 줄어들어, 중심정맥 (central vein) 및 동양 모세혈관 (sinusoidal

capillary) 의 이완이 확인되었다 (Fig. 3-G). 그리고 갈변 위축 간이 육안적으로 갈색으로 관찰되나 광학 현미경적 관찰결과 간세포질 내에 색소과립은 관찰되지 않았으며, 간세포의 경계가 명확하게 나타나지 않았다 (Fig. 3-H).

지방간 개체는 지방 소적의 축적으로 간세포에 다양한 크기의 둥근 지방 공포 (vacuolation) 가 광범위하게 관찰되었으며 (Fig. 3-G), 지방소적으로 인해서 팽창된 간세포가 관찰되거나, 간세포 핵의 변성이 관찰되기도 하였다 (Fig. 3-J).

조피볼락의 간의 증상에 따른 혈액학적 변화에 대한 결과는 Table 1에 나타내었다. 헤마토크릿치와 헤모글로빈치는 정상 개체에 비해 유의성은 나타나지 않았다.

Table 1. Symptoms of liver on the blood parameters of black rockfish

Item	Liver	Mean	SD	SEM	95% Confidence Interval		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Ht (%)	Normal	37.0	4.7	2.1	31.1	42.9	29.0	41.0
	Yellow	19.8	6.0	2.4	13.6	26.1	12.0	27.0
	Brown-atrophy	21.3	5.1	1.7	17.4	25.3	14.0	26.0
Hb (g/ml)	Normal	8.0	0.9	0.4	6.8	9.2	7.1	9.1
	Yellow	4.4	0.8	0.3	3.5	5.2	3.5	5.7
	Brown-atrophy	5.0	1.1	0.4	4.2	5.8	3.8	6.2
AST (g/dL)	Normal	138.2	56.2	25.1	68.4	208.0	74.0	203.0
	Yellow	349.8*	407.7	166.4	-78.0	777.7	62.0	1000.0
	Brown-atrophy	496.7*	479.7	159.9	127.9	865.4	48.0	1000.0
ALT (g/dL)	Normal	26.0	13.9	6.2	8.7	43.3	12.0	44.0
	Yellow	275.3*	368.3	150.3	-111.1	661.8	17.0	1000.0
	Brown-atrophy	674.9*	487.7	162.6	300.0	1049.8	10.0	1000.0
Glucose (g/dL)	Normal	22.2	6.6	3.0	13.9	30.5	14.0	28.0
	Yellow	35.8*	37.5	15.3	-3.6	75.2	4.0	92.0
	Brown-atrophy	92.4*	67.2	22.4	40.8	144.1	11.0	201.0

Total protein (g/dL)	Normal	6.1	0.4	0.2	5.6	6.5	5.5	6.4
	Yellow	4.2	0.9	0.4	3.3	5.1	3.0	5.6
	Brown-atrophy	3.7	0.5	0.2	3.3	4.1	2.8	4.6
Total cholesterol (mg/dL)	Normal	204.4	54.4	24.3	136.9	272.0	133.0	280.0
	Yellow	238.8	61.5	25.1	174.3	303.3	160.0	348.0
	Brown-atrophy	288.0	80.4	26.8	226.2	349.8	177.0	441.0
Triglyceride (mg/dL)	Normal	500.0	0.0	0.0	500.0	500.0	500.0	500.0
	Yellow	92.7*	29.7	12.1	61.46	123.9	58.0	124.0
	Brown-atrophy	157.6*	69.1	23.0	104.4	210.7	103.0	305.0

SD; standard deviation, SEM; Standard error of the means, *; Means with different superscripts within row are significantly different ($p < 0.05$)

간, 담관계 질환의 간접적인 판단근거로 사용되고 있는 아스파라진산염 아미노전이효소 (AST/GOT) 와 알라닌 아미노전이효소 (ALT/GPT) 는 정상 개체 (AST, 138.2g/dL; ALT, 26g/dL) 에 비해 황간 개체 (AST, 349.8g/dL; ALT, 275.3g/dL) 와 갈변 위축 간 개체 (AST, 496.7g/dL; ALT, 674.9g/dL) 에서 유의하게 증가하였으며 ($p < 0.05$), 포도당 (glucose) 함량은 황간 개체 (35.8g/dL) 와 갈변 위축 간 개체 (92.4g/dL) 에서는 정상 개체 (22.2g/dL) 에 비해 유의하게 증가하였다 ($p < 0.05$). 반대로 간 조직의 손상 여부 지표로 이용되는 총단백함량 (total protein) 은 황간 개체 (4.2g/dL) 와 갈변 위축간 개체 (3.7g/dL) 는 정상 개체 (6.1g/dL) 에 비해 유의성은 나타나지 않았다. 총콜레스테롤 (total cholesterol) 은 정상 개체 (204.4mg/dL) 에 비해 황간 개체 (238.8mg/dL) 와 갈변 위축 간 개체 (288.0mg/dL) 에서는 유의성은 나타나지 않았다. 중성지방 (triglyceride) 은 황간 개체 (92.7mg/dL) 와 갈변 위축 간 개체 (157.6 mg/dL) 에서는 정상 개체 (500mg/dL) 에 비해 유의하게 감소하였다 ($p < 0.05$).

고 찰

양식에서는 질병개체 그 자체가 중요한 것이 아니라, 얼마나 건강한 개체를 많이 생산할 것인가에 달려 있다. 양식장에서는 정기적으로 크기 및 체중을 기준으로 선별작업을 행한다. 어군은 외관상으로 3가지 영역, 즉 저체중 군, 평균체중 군 및 고체중 군으로 나눌 수 있다. 이러한 체중 차의 원인으로는 사료섭취량의 차이가 주원인이 되겠으나, 그 외 유전적 인자 차이 등이 관여한다고 볼 수 있다 (허 2010). 대부분의 어류는 섭취량에 따라 간세포내의 지방, 글리코겐, 단백질 및 핵산물질 함량이 계절적으로 변화하는 것으로 알려져 있다 (Oliverew and Leloup 1950; Pickford 1953; Ito *et al.*, 1962). 또한 어류의 간중량지수 (HSI) 와 간세포 핵 (hepatocyte nucleus) 크기는 어류에서의 영양상태, 기아 그리고 성성숙 상태의 진단을 위해 유용하다 (Buckley 1979, 1980; Bulow *et al.*, 1981; Park *et al.*, 1988; Chung *et al.*, 1991).

간은 생체 내 물질대사에서 대사중간체의 처리, 저장, 수송 및 해독 등의 중요한 기능을 담당하는 기관이다. 따라서 간기능이 비정상적 상태에서는 여러 종류의 복잡한 임상적 증후를 나타내게 된다. 본

연구는 겨울철 양식 조피볼락에서 관찰되는 간의 여러 임상적 증상에 따라 간의 병리조직학적관찰과 혈액성상을 검토하였다.

본 연구에서 조사 대상인 조피볼락이 특별한 질병에 이환되어 있지 않고 임상적으로 이상이 없는 정상 어류로 간주된다는 점에 매우 중요한 조사 의의가 있다고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 놀랍게도 간의 해부 및 조직조건에서 다양한 이상 소견을 보인 것이다. 더구나 간은 어체 건강유지와 매우 깊은 관련이 있는 장기일 뿐 아니라, 질병에 대한 면역성과 직접 연관되어 있기 때문이다.

조피볼락 간의 육안조건에 따른 개체의 전장, 전중 및 간중량지수를 관찰한 결과, 황간, 갈변 위축간, 녹간 및 지방간은 주로 간중량지수가 정상간 개체에 비해 작으면서 어체 크기가 큰 개체에서 나타났다. 이러한 개체 크기 및 간중량지수의 차이와 간의 육안 소견과의 관계를 평가가능수준으로 높이기 위해서는 평가개체 수 및 개체 선택에 있어서 앞으로 더욱 상세히 추구되어야 하나, 이러한 개체의 크기 및 간중량지수와 간의 지방변성, 위축 및 색변은 분명한 상관성을 가지는 것으로 보였다.

황간, 갈변 위축간 및 녹간의 간중량지수는 정상간에 비해 낮게 나타났으며, 조직병리학적 관찰시 잉어 (Gas and Serfaty 1972) 가 기아로 인해 간세포 조밀화가 일어난 바와 같이, 간세포 핵과 세포질은 위축되며, 세포질 내 글리코젠이나 지방 소적이 거의 관찰되지 않았다. 이는 겨울철 수온저하로 섭이율 저하 및 영양 상태 악화된 개체가 세포질 내의 글리코젠과 지방 성분을 분해하여 생존을 위한 에너지원으로 이용함으로 인해 간중량지수의 감소가 동반되었을 것이라는 가능성도 무시할 수는 없다. 특히 녹간의 간중량지수는 갈변 위축간보다 낮게 나타났으며, 광학현미경상 간세포의 위축과 함께 세포질 내에 녹

색의 과립이 관찰되었다. 간에 나타나는 녹색조는 헤모글로빈 유래 색소에 기인한 것으로, 황색초인 빌리루빈보다는 녹색초인 빌리베르딘의 침착에 의한 것으로 지적하고 있으며 (Endo and Sakai, 1990), 특히 저수온 시 사료소비가 없는 시기에 흔히 발생하며 간의 손상에 기인할 가능성을 제시하고 있으나 (전 등, 2002), 아직 이를 뒷받침할 수 있는 체계적인 연구 정보가 거의 없는 실정이다. 지방간의 조직병리학적 관찰시 세포질 내 지방 공포로 인해 간세포가 팽창되어 있었으며, 간중량지수는 정상간 개체에 비해 낮게 나타났다. 지방간 개체의 간조직에 지방질 과다축적으로 인해 간중량지수가 정상간 개체보다 높게 나타날 것으로 예상되었으나 본 연구에서 사용된 지방간 개체 시료가 단 하나뿐이라 개체차이로 인해 낮게 나온 것으로 추측되며, 추후 지방간 개체의 연구가 보충되어야 할 것으로 사료된다. 지방간은 유리지방산의 간 유입이 증가되어 과잉 지질의 산화 이상으로 간에 지방 침착이 증가한다고 알려져 있다 (Fong *et al.*, 2000). 어류의 지방간의 주원인은 주로 운동이 제한적이면서 고열량 사료를 과도하게 섭취할 수 있는 사육 환경 때문이며, 겨울철 일부 개체에서 에너지 균형이 무너지면서 지방 침착이 과도하게 이루어진 것으로 사료된다.

혈액생화학적 분석 결과 아스파라진산염 아미노전이효소 (AST) 과 알라닌 아미노전이효소 (ALT) 는 정상어에 비해 황간과 갈변 위축간에서 유의적으로 높아서 간의 정상적인 기능장애를 암시하며, 간의 증상에 따른 값의 차이가 뚜렷하여 간의 건강평가 파라미터로의 적용가능성을 확인하였다. 혈청 아스파라진산염 아미노전이효소 (AST) 과 알라닌 아미노전이효소 (ALT) 활성 측정이 간 손상 시에 예민하게 측정되는 것은 아스파라진산염 아미노전이효소 (AST/GOT) 과 알라닌 아미노전이효소 (ALT/GPT)

가 간에 많이 분포되어 있고, 손상 받은 간세포로부터 직접 혈액에 용이하게 확산되기 때문이다 (Molander *et al.*, 1955; Donato, 1957; Asada, 1958; Gordon, 1968).

포도당 (glucose) 은 정상간 개체에 비해 황간과 갈변 위축간 개체에서 유의성 있게 증가하였다. Jeon *et al.* (1995) 은 저수온기 조피볼락의 포도당 범위는 61~76mg/dL이며, 포도당과 중성지방의 분포는 대조적인 경향을 보이며 어중에 따라 에너지원으로 사용하는 기질이 다르다고 보고하였다. 총단백질 (total protein) 은 정상간 개체에 비해 황간과 갈변 위축간 개체에서 유의성은 나타나지 않았다. 혈청 성분 중 단백질 농도의 변화는 성장 (Bentinck *et al.*, 1987), 연령 (Fasaic and Palackova, 1990), 성별 (Raizada *et al.*, 1984), 계절적 변동 (Nakagawa *et al.*, 1997), 소화기관 장애나 간기능 장애로 인한 공급부족과 합성저하 (Harbell *et al.*, 1979; Ikeda and Monami, 1982) 등에 원인이 있다고 보고되어 있으며, 일반적으로 경골어류는 4~7g/dL의 수준 (Turner, 1937; Yanagisawa and Hashimoto, 1984) 이라고 알려져 있으며, 저수온기 조피볼락의 범위는 4.5~5.1g/dL (Jeon *et al.*, 1995) 이라고 알려져 있다.

총콜레스테롤 (total cholesterol) 은 세포막 구성 성분으로 이용되며, 일령, 유전, 영양과 여러 가지 질병상황에 영향을 받는 항목으로 저수온기 조피볼락의 범위는 203~226mg/dL (Jeon *et al.*, 1995) 이라고 알려져 있으며, 본 연구 결과도 비슷한 수준으로 정상간에 비해 황간과 갈변 위축간 개체에서 유의성은 나타나지 않았다. 중성지방 (TG) 은 대부분 에너지원으로 이용되고 있으며, 정상간 수치에 비해 황간과 갈변 위축간 개체에서 유의성을 나타내며 감소하는 것으로 관찰되었다. 그러나 Jeon *et al.* (1995) 이 저수온기의 조피볼락의 중성지방을 조사한 결과, 본 연구의 정상간 수치와 달리 122~185mg/dL 수준으로 보고하였다. 두 연구에서

나타난 농도 차이는 각각 다른 사료를 공급하였기에 사료 중 지질 함량이나 섭취율에 따른 것으로 여겨진다. 혈청 중 총콜레스테롤과 중성지방 농도는 수온, 성별, 크기, 생식 주기 등에 따라 변하며 (Singh and Reddy, 1989; Garcia *et al.*, 1990), 사료 중 지질 함량 (Lie *et al.*, 1988) 이나 섭취율 (Shikata *et al.*, 1993) 에 따라서도 변하는 것으로 알려져 있다. 이와 같이 혈액 성상은 사료의 종류에 의한 소화흡수 시간에 따른 경시적인 변화폭이 크며 (Lee 1994), 주위조건이나 처리방법 등에 따라서도 아주 민감하게 변화하여 혈액성상의 차이만으로 정상어와 비정상어를 구별하기에는 모순이 있으므로 (Barham *et al.*, 1980), 혈액성상으로 어류의 건강상태를 판단할 때에는 보다 신중히 검토되어야 할 것으로 생각된다 (Lee *et al.*, 1993).

이상과 같이 조피볼락의 간은 사료 급이와 관련하여 지대한 영향을 받는 장기인 것으로 사료되므로 그 해부 및 조직학적 변화는 사료의 질이나 급이 형태와 관련하여 있다. 따라서 간의 해부 및 조직학적 변화는 간 기능의 음성적 변화를 의미하며, 결국 어체의 면역성 저하로 연결되기 때문에 질병의 감수성 증가로 이어질 수 있어 그 상관성 변화에 대하여 건강평가와 관련하여 깊이 연구할 가치가 있다고 사료된다.

우리나라에서 어류의 건강평가 기법은 아직 기초 연구 단계에 있다. 어류의 폐사원인 분석을 위해 주로 병원체 분리 및 진단에 의존하고 있으며, 면역증강제나 사료첨가제의 투여효과 검증을 위해 혈액이나 장기에서의 라이소자임의 활성이나 병원체의 공격실험을 통한 상대생존율 (RPS) 로 평가하고 있다. 전염성 질병에 의한 폐사율은 27~30%인 반면, 해양환경 변화, 사양관리 부적절 등 비전염성 원인으로 70~90%의 대량폐사를 일으키는 경우가 있지만 그렇지 않은 양식장도 있다. 이러한 현상은 양식어류의 건강 상태에 따라 외부환경에 대한 반응의 차이를 보이며,

어류의 건강상태가 나뉘수록 환경변화에 민감한 반응을 보인다.

이러한 원인불명의 폐사를 예방하고 환경변화에 강한 양식어류를 생산하기 위해 평상시 건강평가를 위한 파라메타 선정과 개발을 위하여 꾸준한 연구가 진행되어야 한다. 양식장에서 어군단위의 정기적인 건강평가가 이루어진다면 어체가 고유하게 가질 수 있는 원래의 면역체계가 유지될 것이다. 또한, 어체의 특이 및 비특이적 면역체계를 종합적인 어체 방어 대책으로 자연적인 건강의 유지만으로도 질병예방과 치료에 큰 효과를 기대할 수 있을 것이다. 또한 현장에서는 숙주의 건강상태를 사전에 파악하여 이에 맞는 사육관리를 통하여 질병을 사전에 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

어류는 특이면역계로 접근하여 질병에 대처하기 보다는 비특이면역계의 활성증가를 통하여 대처하는 것이 훨씬 효율적이므로, 특히 간의 건강은 비특이 면역계와 관련성이 더 크며, 간의 손상도 평가를 통한 사육관리는 매우 절실하며 중요하다고 할 수 있다.

본 연구에서 조피볼락의 간을 중심으로 한 장기의 육안적 색조 및 병리조직학적 소견에 근거하여 건강상태를 확인함으로써 건강상태를 유지할 수 있는 효율적인 사육관리를 통한다면 조피볼락의 기초 면역력을 유지 및 증진시키고, 병원체 내성을 증강시킴으로써 현재의 발병률과 폐사율 저감에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

요 약

본 연구에서는 조피볼락의 간의 육안적 색조에 따른 병리조직학적 소견 및 혈액학적 소견에 근거하여 건강상태를 확인하였다. 조피볼락 총 47개체 모두 외부 소견에서는 특기할 이상 소견이 없었으나, 간은

육안적으로 정상간 (42.55%), 황간 (25.53%), 갈변 위축간 (25.53%), 녹간 (4.26%) 및 지방간 (2.13%) 순으로 나타났다. 간의 육안적 소견에 따른 조피볼락의 간의 조직 소견 관찰시, 정상 간 개체는 HE 염색 시 간세포가 밝게 염색되며, 소엽구조가 불명확하게 관찰되었으나, 황간 개체는 황갈색의 과립이 간세포 및 MMC 내에 관찰되었으며, 간세포는 정상 간 개체에 비해 크기가 위축되어 세포질이 짙은 호산성으로 관찰되며, 세포질 내에 핵과 유사한 크기의 황갈색 초자적이 한 개 이상 관찰되었다. 한편, 녹간 개체는 정상 간 개체에 비해 간세포 크기가 위축으로 관찰되며, HE 염색 시 황갈색과 녹색의 초자적이 간세포 및 MMC 내에 관찰되었으며, 담즙색소 동정을 위한 Stein 염색에서 간세포질 내에서 담즙색소로 추정되는 녹색의 초자적이 관찰되었다. 갈변 위축 간 개체는 간세포의 용적이 줄어들어, 중심정맥 및 동양 모세혈관의 이완이 확인되었다. 그리고 갈변 위축 간이 육안적으로 갈색으로 관찰되나 광학현미경적 관찰결과 간세포질 내에 색소과립은 관찰되지 않았으며, 간세포의 경계가 명확하게 나타나지 않았다. 지방간 개체는 지방 소적의 축적으로 간세포에 다양한 크기의 둥근 지방 공포가 광범위하게 관찰되었으며, 지방소적으로 인해서 팽창된 간세포가 관찰되거나, 간세포 핵의 변성이 관찰되었다. 본 연구 결과, 간의 육안적 관찰 및 조직학적 관찰 결과가 어체의 임상 질병으로 실질적인 발현을 진행하기 전에 중요한 건강 매개 변수로 사용될 수 있을 것으로 판단되었다.

감사의 글

이 연구는 국립수산물과학원 (수산동물질병 역학 및 진단연구, RP-2011-AQ-042) 의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고문헌

- Asada, M.: Transaminase activity in liver damage 1. Study on experimental liver damage. Med. J. Osaka Univ., 9:45-55, 1958.
- Barham, W.T., Smit, G.L. and Schoonbee, H.J.: The haematological assessment of bacterial infection in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish Biol., 17:275-281, 1980.
- Bentink, S.J., Bealeu, M.H., Waterstrat, P., Tucker, C.S., Stiles, F., Bowser, P.R. and Brown, L.A.: Biochemical reference ranges for commercially reared channel catfish. Prog. Fish Cult., 49:108-114, 1987.
- Buckley, L.J.: Biochemical changes during ontogenesis of cod (*Gadus morhua* L.) and winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) larvae. In: Symposium on the Early Life History of fish. Woods Hole, Massachusetts, U.S.A., April 1979., ICES/ELH Symp./SD., pp. 1027, 1979.
- Buckley, L.J.: Change in ribonucleic acid, deoxyribonucleic acid and protein content during ontogenesis in winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*, and the effect of starvation. Fish. Bull., 77:703-708, 1980.
- Bulow F.J., Zeman, M.E., Winningham, J.R. and Hudson, W.F.: Seasonal variations in RNA-DNA ratios and in the indicators of feeding, reproduction, energy storage and condition in a population of bluegill, *Lepomis macrochirus* Rafinesque. J. Fish. Biol., 18:237-244, 1981.
- Choi, H.S., Myoung, J.I., Park, M.A. and Cho, M.Y.: A Study on the summer mortality of Korean rockfish *Sebastes schlegeli* in Korea. J. Fish Pathol., 22(2):155-162, 2009.
- Choi, H.S., Jee, B.Y., Cho, M.Y. and Park M.A.: Monitoring of pathogens on the cultured Korean rockfish *Sebastes schlegeli* in the marine cages farms of south sea area from 2006 to 2008. J. Fish Pathol., 23(1):27-35, 2010.
- Chung, E.Y., Lee, K.K. and Oh, Y.N.: Studies on changes of the activity of the hepatic cells, and variations of protein and nucleic acid contents of the liver tissue with the ovarian development phase of female *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus). Korean J. Ichthy., 3(1):48-57, 1991.
- Donato, R.A.: Transaminase activity and morphologic alternations in human livers. Amer. J. Clin. Path., 28:377-384, 1957.
- Endo, M. and Sakai, T.: Changes in the composition of bile Pigments in the bile of yellowtail with Phenyhydrazine induced hemolytic anemia with special reference to green liver disease. Gyobyō Kenkyū., 25(3):171-172, 1990.
- Fasaic, K. and Palackova, J.: total protein and serum fraction values in two-year carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Biol. Lugosl. E. Ichthyol., 22: 23-30. 1990.
- Fong, D.G., Nehra, V. and Lindor, K.D.: Metabolic and Nutritional Considerations in Nonalcoholic Fatty Liver. Hepatology, 32(1):3-10, 2000.
- Garcia, G.L., Munoz, C.R. and Andres, A.V.: Serum cholesterol and triglycerides levels in *Scyliorhinus canicula* (L). during sexual maturation. J. Fish Biol., 36:499-509, 1990.
- Gas, N. and Serfaty, A.: Cytophysiology of the liver of carp (*Cyprinus carpio* L.). Consecutive modifications to the ultrastructure during maintenance of conditions of winter starvation. J. Physiol. (Paris),

- 64:57-67, 1972.
- Gordon, R.B.: Distribution of transaminases (Aminotransferases) in the tissues of the pacific salmon (*Oncorhynchus*), with emphasis on the properties and diagnostic use of glutamic oxaloacetic transaminase. J. Fish. Res. Bd. Can., 25:1247-1268, 1968.
- Harbell, S.C.: Studies on the pathogenesis of vibriosis in coho salmon *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum). J. Fish Dis., 2:391-404, 1979.
- Ikeda, Y. and Morani, T.: Hematological and hemochemical assessment on streptococcal infection in cultured yellowtail. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 48: 1383-1388, 1982.
- Ito, T., Watanabe, A. and Takahashi, Y.: Histologische und cytologische untersuchungen der leber bei fisch und cyclostoma, nebst bemerkungen uber die fettspeicherung-zellen, Arch. Histol. Jap., 22:429-463, 1962.
- Jeon, J.K., Kim, P.K. and Park, Y.J.: Study of Serum constituents in Several Species of Cultured Fish. J. Korean Fish. Soci., 28(2):123-130, 1995.
- Lee, S.M., Lee, J.Y., Kang, Y.J. and Hur, S.B.: Effects of Dietary n-3 Highly Unsaturated Fatty Acids on Growth and Biochemical Changes in the Korean Rockfish *Sebastes schlegeli* II. Changes of Blood Chemistry and Properties of Liver Cells. J. aquaculture, 6(2):107-123, 1993.
- Lee, S.M.: Effects of Dietary Beef Tallow, Soybean Oil and Squid Liver Oil on Growth and Body Composition of the Korean Rockfish *Sebastes schlegeli*, and Biochemical Changes with Starvation. J. aquaculture. 7(1):63-76, 1994.
- Lie, O., Wagboe, R. and Sandnes, K.: Growth and chemical composition of adult Atlantic salmon (*Salmon salar*) fed dry and silage-based diets. Aquaculture, 69:343-353, 1988.
- Molander, D.W., Wroblewski, F. and Ladue, J.S.: Serum glutamic oxaloacetic transaminase as an index of hepatocellular integrity. J. Lab. Clin. Med., 46:831-839, 1955.
- Nakagawa, H., Kayama, M. and Ikuta, K.: Electrophoretic evidence of seasonal variation of carp plasma albumin. J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., 16:99-106, 1997.
- Olivereaw, M. and Leloup, J.: Variations du rapport hepatomatique chez la rousseye (*Scyllium canicula* L.) a cours de development et al reproduction. Vie Milieu. 1:377-420, 1950.
- Park, I.S., Lee, C.K., Im, J.H., Kim, J.H. and Kim, S.U.: Effect of Starvation on the Growth and Hepatocyte Nuclear Size of Larval Rockfish *Sebastes schlegeli* and Larval Spotted Sea Bass *Lateolabrax* sp. J. Aquaculture, 11(3): 345-352, 1988.
- Pickford, C.E.: A study of the hypophysectomized male killfish, *Fundulus heteroclitus* (Linn). Bull. Bling-ham Oceanogr. Coll., 14:5-14, 1953.
- Raizada, M.N., Jain, K.K. and Raizada, S.: A study of the biochemical constituents of blood of a freshwater teleost, *Cirrhinus mrigala* (Ham.). Comp. Physiol. Ecol., 9:146-148, 1984.
- Shikata, T., Kheyyali, D. and Shimeno, S.: Effect of feeding rates on hepatopancreatic enzymes and body composition in common carp. Nissuishi, 59:835-839, 1993.
- Singh, H.S. and Reddy, T.V.: Effect of hypothermia on some biochemical and enzymological parameters of fish *Heteropneustes fossilis* (Bloch). Comp. Physiol. Ecol., 14:100-102, 1989.
- Turner, A.H.: Serum protein measurements in the lower vertebrates-II. In marine teleosts and elasmobranchs.

- Biol Bull., 73:511-526, 1937.
- Yanagisawa, T. and Hashimoto, K.: Plasma albumins in elasmobranchs. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 50:1083, 1984.
- 전세규, 이월라, 강형길 허민도: 녹간증 송어의 간조직에 대한 형태학적 연구. 학술원논문집(자연과학편), 41:149-175, 2002.
- 통계청, 어업생산통계 (2009): <http://www.kmi.re.kr/analysis/statistic/> (2011. 6. 22확인)

허민도: 조피볼락의 건강평가 및 질병예방. 조피볼락 양식어업 발전 방안 모색 한국해양수산개발원 1-9, 2010.

Manuscript Received : June 27, 2011

Revised : September 20, 2011

Accepted : September 21, 2011