

사육방법 및 크기에 따른 조피볼락의 혈청 화학성분 변화

정승희[†] · 서정수 · 최혜승
(국립수산과학원)

Changes of Serum Chemistry Values on Size and Cultured Method in Korean Rockfish, *Sebastes schlegeli*

Sung-Hee JUNG[†] · Jung-Soo SEO · Hye-Sung CHOI
(National Fisheries Research and Development Institute)

Abstract

The purpose of this study was to obtain reference values of serum chemistry in Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*), 5 juvenile (n=25) and 3 broodstock (n=15) subpopulations which were differentiated by cultured method. Serum samples were analyzed for the following commercial clinical kits: total protein, albumin, glucose, AST (aspartate aminotransferase), ALT (alanine aminotransferase), total cholesterol, free cholesterol, LDH (lactate dehydrogenase) and ALP (alkaline phosphatase). Significant differences were observed in the values of total protein, albumin, total cholesterol, AST, ALT, LDH and ALP between juvenile and broodstock subpopulations. In the comparison of total protein, albumin, total cholesterol and ALP, broodstock subpopulations showed higher levels. On the other hand, increased AST, ALT and LDH were observed in juvenile subpopulations. These results indicate that cultured method are major contributors to health-related physiology of Korean rockfish, juveniles and broodstocks.

Key words : Korean rockfish, *Sebastes schlegeli*, Serum chemistry, Juvenile, Broodstock

I. 서론

의학이나 수의학 분야에서는 혈액성분의 변화를 조사하여 생물의 건강상태를 파악하려는 연구가 일찍부터 이루어져 왔다. 변온동물인 어류의 혈액에도 생리상태의 변화를 진단할 수 있는 수많은 정보가 담겨져 있어서, 혈액검사는 생리학적 진단의 지표로 활용되어 왔다(Hawkins and Mawdesley-Thomas, 1972; Putnam and Freel, 1978; Ikeda et al., 1986; Filho et al., 1992; Jeon & Kim, 1995, 1998; Edsall, 1999; Hrubec and Smith, 1999;

Joshi, 2005; Manera & Britti, 2006). 사람 및 가축은 혈액학적 건강진단 방법과 측정된 혈액성분의 정상범위(normal)가 표준화되어 있으므로 혈액검사를 통해 건강진단을 받아 질병을 미리 예방하기도 한다. 그러나 수온, 사료, 가두리, 육상 등 주위의 사육환경이 커다란 영향을 미치는 어류의 혈액성분 분석은 아직 어종별로 정상범위가 표준화되어 있지 못하다. 어류는 번식과 생존이 물속에서 이루어지는 군집의 사육환경(해산어, 담수어) 특수성 때문에 혈액성분의 정상범위를 결정하기가 무척 어렵다. 그렇지만 앞선 연구자들은

[†] Corresponding author : 051-720-2470, immu@korea.kr

* 본 연구는 국립수산과학원 (RP-2014-AQ-59)의 지원에 의해 운영되었음.

다양한 사육환경에서 양식되는 조피볼락(Jung et al., 2006; Park et al., 2008; Kim et al., 2009; Choi et al., 2013), 넙치(Sim et al., 1990, 1998; Chang et al., 2002a), 강도다리(Kwon et al., 2007), 돛류(Chang et al., 2002b; Jung et al., 2006; Kim, Pyong-Kih, 2011), 농어(Hrubec et al., 1996, 1997), 무지개송어, 잉어, 틸라피아 및 뱀장어(Hrubec et al., 2000; Cnaani et al., 2004; Jung et al., 2011)의 혈액성분을 분석함으로써 생리학적 진단지표를 찾고자 노력하였다.

혈액 분석항목의 수치만을 가지고 양식어류의 건강상태를 진단하기에는 매우 부족하기 때문에 부가적으로 사육관리에 관한 전반적인 정보를 수집해서 검토하는 과정이 필요하다. 따라서 본 연구는 자연산과 양식산 조피볼락 친어와 종묘생산 방법의 차이에 따른 치어의 혈청 화학성분을 분석함으로써 사육방식이 서로 다른 조피볼락의 혈액검사에 대한 기초자료를 얻고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험어류

실험에 사용된 조피볼락은 5월~6월에 채집한 친어그룹 3개와 치어그룹 5개로 구분된다. 친어 그룹의 경우, 서해(충남 태안)에서 낚시로 채집한 자연산 친어(38±2 cm, WWB), 서해(충남 태안)의 가두리에서 냉동잡어(고등어, 메가리 등)를 먹이로 양식한 친어(28±1 cm, WCB), 동해(경북 울진)에서 채집한 자연산 친어(39±1 cm, EWB)로서 각 5마리씩 모두 15마리를 실험에 사용하였다.

치어그룹의 경우, 서해(충남 태안)에서 직접 그물 또는 뜰채로 채집한 자연산 치어(10±0.2 cm, WJ), 서해(충남 태안)의 육상수조에서 시판되는 조피볼락용 배합사료(EP)로 양식한 치어(9.5±0.15 cm, TCJ), 서해(충남 태안)의 육상수조에서 5~7 cm 정도로 사육한 후에 가두리로 옮겨서 주로 냉동잡어(고등어, 곤쟁이, 메가리 등)와 분말사료

를 섞어서 만든 생사료(MP)로 양식한 치어(10±0.3 cm, TNCJ), 서해(충남 태안)의 축제식 양식장에서 5 cm 정도로 사육한 후에 가두리로 옮겨서 TNCJ와 동일한 생사료(MP)로 양식한 치어(12±0.18 cm, ENCJ), 서해(충남 태안)의 축제식에서 시판되는 조피볼락용 배합사료(EP)로 양식한 치어(11±0.24 cm, ECJ)로서 각 5마리씩 모두 25마리를 실험에 사용하였다. 본 실험에 사용한 그룹의 세부 내역은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Broodstock and juvenile of Korean rockfish tested in this study

Abbreviation (habitation & cultured method)	Sampling sea area (N=5)	Body length (cm)
WWB(Broodstock, wild)	West, Taean	38.2±2
WCB(Broodstock, net-cage)	West, Taean	28.2±2
EWB(Broodstock, wild)	East, Uljin	39.2±2
WJ(Juvenile, wild)	West, Taean	10±0.2
TCJ(Juvenile, land-based tanks)	West, Taean	9.5±0.15
TNCJ(Juvenile, net-cage from land-based tanks)	West, Taean	10±0.3
ENCJ(Juvenile, net-cage from embankment)	West, Taean	12±0.18
ECJ(Juvenile, embankment)	West, Taean	11±0.24

2. 채혈과 분석

채혈 전에 24시간 동안 절식한 실험어의 꼬리부 혈관에서 주사기로 채혈한 뒤 상법에 따라 혈청을 준비하여 초저온냉동고(-80℃)에 보관한 후, 3일 이내에 총단백 등 9개 항목의 혈청 화학성분을 분석하였다.

혈청 화학성분의 분석에는 임상용 Kit(Asan Pharm. Co., Ltd.)를 사용하여 분석하였다. 총단백(total protein)은 Biuret법, 알부민(albumin)은 BCG법, 포도당(glucose)은 효소법, 혈청트랜스아미나제인 AST(aspartate aminotransferase)와 ALT(alanine

aminotransferase)는 Reitman- Frankel법, 총콜레스테롤(total cholesterol), 유리콜레스테롤(free cholesterol)은 효소법, 젖산탈수소효소(lactate dehydrogenase, LDH)는 UV rate법, 알칼리성 포스파타제(alkaline phosphatase, ALP)는 Kind-king법으로 측정하였다.

3. 통계처리

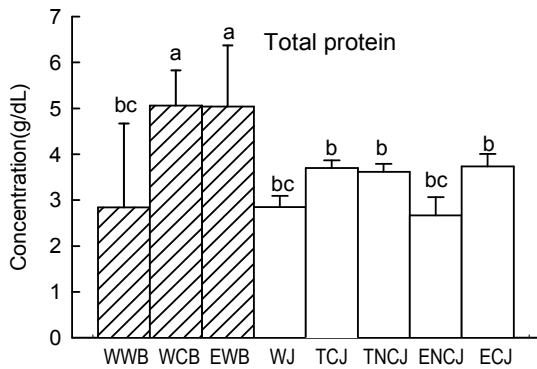
혈청성분의 분석자료는 동일항목 내에서 one-way ANOVA-test를 실시하여 유의적인 차이가 있으면, Duncan's multiple range test로 평균간의 유의성(P<0.05)을 분석하였다.

Ⅲ. 결과

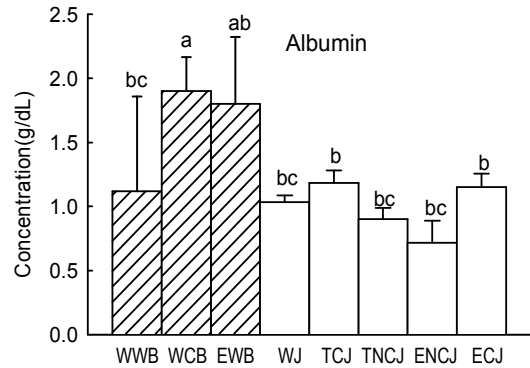
1. 단백질 성분 및 포도당 함량

총단백 농도는 WWB(2.84 g/dL)를 제외하면, 친어그룹(5.04~5.06 g/dL)과 치어그룹(2.67~3.73 g/dL) 간에 유의적인 차이가 있었으며[Fig. 1], 친어그룹이 치어그룹에 비하여 평균 55% 높게 나타났다. 알부민 농도에서도 WWB(1.12 g/dL)를 제외하면 친어그룹(1.12~1.90 g/dL)과 치어그룹(0.72

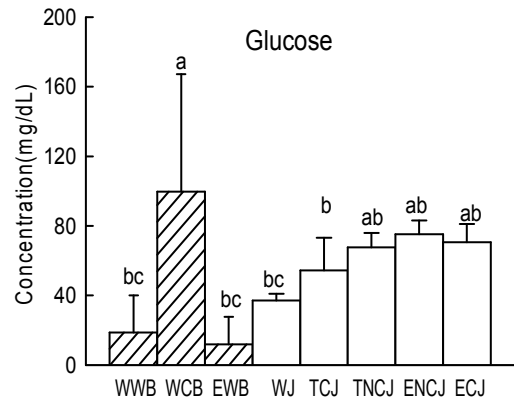
~1.18 g/dL) 간에 유의적인 차이가 있었으며[Fig. 2], 친어그룹이 치어그룹에 비하여 평균 90% 높게 나타났는데 총단백과 유사한 경향을 나타내었다. 포도당 농도는 친어그룹(11.80~99.60 g/dL)과 치어그룹(37.0~75.17 g/dL) 간에 유의적인 차이가 없었다[Fig. 3].



[Fig. 1] Values of total protein in serum of Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*) depending on size and culture method(WWB, WCB and EWB=broodstock ; WJ, TCJ, TNCJ, ENCJ and ECJ=juvenile). Refer to Table 1 for abbreviation of sampling fish.



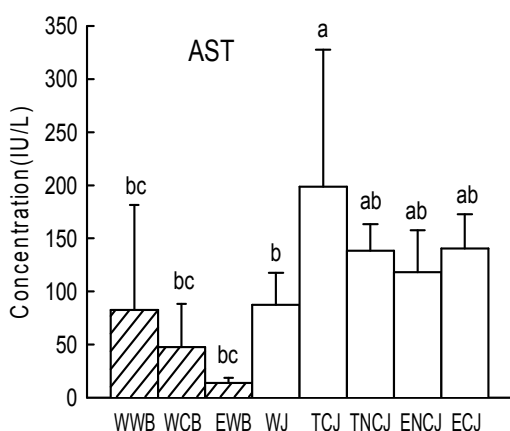
[Fig. 2] Values of albumin in serum of Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*) depending on size and culture method(WWB, WCB and EWB=broodstock ; WJ, TCJ, TNCJ, ENCJ and ECJ=juvenile). Refer to Table 1 for abbreviation of sampling fish.



[Fig. 3] Values of glucose in serum of Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*) depending on size and culture method(WWB, WCB and EWB=broodstock ; WJ, TCJ, TNCJ, ENCJ and ECJ=juvenile). Refer to Table 1 for abbreviation of sampling fish.

2. AST 및 ALT

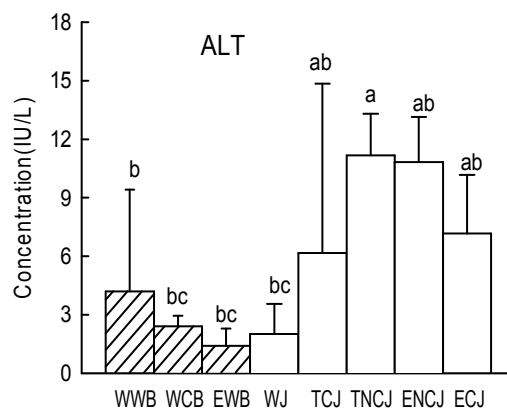
AST 농도는 친어그룹(14~82.60 g/dL)과 치어 그룹(87.50~198.67 g/dL) 간에 유의적인 차이가 있었으며[Fig. 4], 치어그룹이 친어그룹에 비하여 평균 185% 높게 나타났다. ALT 농도는 WJ(2.0 g/dL)를 제외하면 친어그룹(1.40~4.20 g/dL)과 치어 그룹(6.17~11.17 g/dL) 간에 유의적인 차이가 있었으며[Fig. 5], 치어그룹이 친어그룹에 비하여 평균 226% 높게 나타났고 AST와 유사한 경향을 나타내었다.



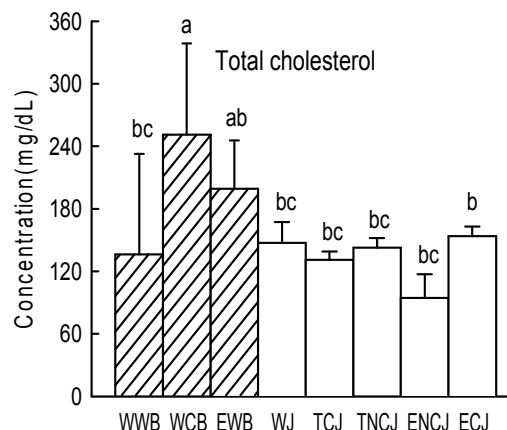
[Fig. 4] Values of AST in serum of Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*) depending on size and culture method(WWB, WCB and EWB= broodstock ; WJ, TCJ, TNCJ, ENCJ and ECJ=juvenile). Refer to Table 1 for abbreviation of sampling fish.

3. 총콜레스테롤과 유리콜레스테롤

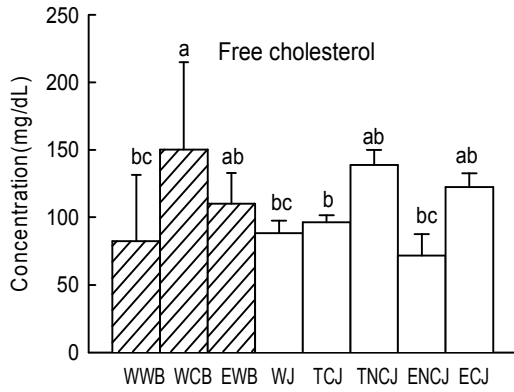
총콜레스테롤 농도는 WWB(136.40 mg/dL)를 제외 하면 친어그룹(199.20~251.20 mg/dL)과 치어 그룹(90.60~155.40 mg/dL) 간에 유의적인 차이가 있었 으며[Fig. 6], 친어그룹이 치어그룹에 비하여 평균 69% 높게 나타났다. 유리콜레스테롤 농도는 친어그 룰(82.40~150.20 mg/dL)과 치어그룹(68.60~136.80) 간에 유의적인 차이는 없었다[Fig. 7].



[Fig. 5] Values of ALT in serum of Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*) depending on size and culture method(WWB, WCB and EWB= broodstock ; WJ, TCJ, TNCJ, ENCJ and ECJ=juvenile). Refer to Table 1 for abbreviation of sampling fish.



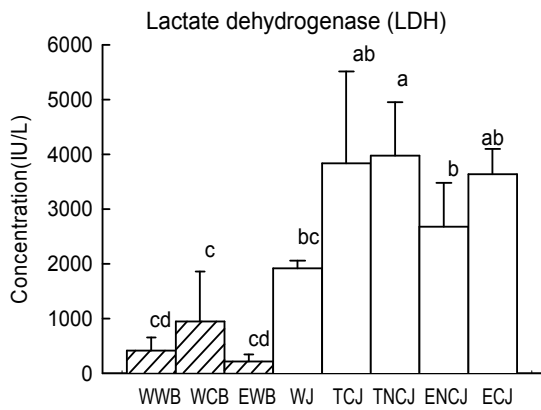
[Fig. 6] Values of total cholesterol in serum of Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*) depending on size and culture method(WWB, WCB and EWB= broodstock ; WJ, TCJ, TNCJ, ENCJ and ECJ=juvenile). Refer to Table 1 for abbreviation of sampling fish.



[Fig. 7] Values of free cholesterol in serum of Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*) depending on size and culture method(WWB, WCB and EWB= broodstock ; WJ, TCJ, TNCJ, ENCJ and ECJ=juvenile). Refer to Table 1 for abbreviation of sampling fish.

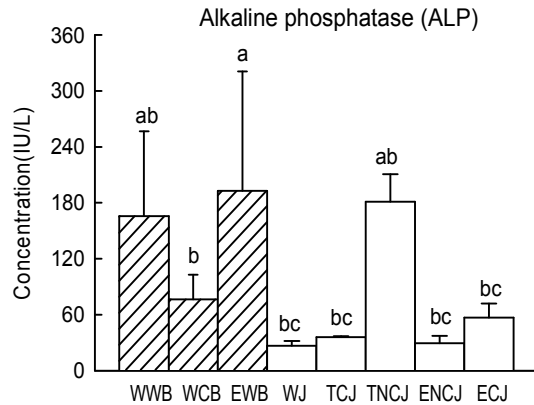
4. 젖산탈수소효소(LDH)와 알칼리성 포스파타제(ALP)

LDH 농도는 친어그룹(220.00~414.00 IU/L)과 치어그룹(1916.17~3977.83 IU/L) 간에 유의적인 차이가 뚜렷하였는데, 치어그룹이 친어그룹에 비해 월등히 높은 값을 나타내었다[Fig. 8].



[Fig. 8] Values of LDH in serum of Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*) depending on size and culture method(WWB, WCB and EWB=broodstock ; WJ, TCJ, TNCJ, ENCJ and ECJ=juvenile). Refer to Table 1 for abbreviation of sampling fish.

즉 치어그룹이 친어그룹에 비하여 평균 509% 높게 나타났다. ALP 농도는 TNCJ(181.00 IU/L)를 제외하면, 친어그룹(76.20~193.00 IU/L)과 치어그룹(29.50~56.83 IU/L) 간에 유의적인 차이가 있었으며[Fig. 9], 친어그룹이 치어그룹에 비하여 평균 288% 높게 나타났다.



[Fig. 9] Values of ALP in serum of Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*) depending on size and culture method(WWB, WCB and EWB=broodstock ; WJ, TCJ, TNCJ, ENCJ and ECJ=juvenile). Refer to Table 1 for abbreviation of sampling fish.

IV. 고찰

사람에서는 몇 가지의 임상 검사항목을 미리 설정하여 건강진단의 목적에 이용하고 있는데 AST와 ALT는 아미노기 전이반응을 촉매하는 효소의 총칭으로 간에 많이 분포되어있고 간 손상 시 혈액에 용이하게 확산되기 때문에 간 질환유무의 판단에 가장 많이 이용된다(Lee & Chong, 2000). 양식어류에 있어서도 폐사가 없는 상태에서 건강진단을 실시할 경우에 전반적인 건강상태와 영양상태의 지표로서는 총단백 및 포도당이 대표적이고, 간기능의 지표로서는 총콜레스테롤, 유리콜레스테롤, 인지질 등 지질성분과 ALT, ALP 등 효소활성이 자주 활용되고 있다(Ikeda et al., 1986; Sim et al., 1998; Hrubec & Smith, 1999;

Jung et al., 2003, 2006, 2011). Kim et al.(2009)은 조피볼락 치어(4.0±1.0 cm)에 대하여 조사한 정상 범위(대조구)의 AST 농도가 53.1±2.56 IU/L, ALT 농도는 13.0±1.31 IU/L라고 보고하였다. Choi et al.(2013)은 경남지역 가두리 양식장의 조피볼락 치어(평균 7.9 cm)에 배합사료(EP)와 생사료(MP)를 투여한 후, EP 투여구의 AST는 87.8±60.68~114.6±71.16 IU/L, ALT 농도는 15.5±6.36~28.45±15.16 IU/L 그리고 MP 투여구의 AST는 72.0±36.3~126.72±99.6 IU/L, ALT 농도는 10.83±6.97~25.06±13.04 IU/L라고 보고하였다. 본 연구에서 조피볼락 치어그룹(9.5~12 cm)의 AST 농도는 87.5~198.7 IU/L, ALT는 2.0~11.2 IU/L로 나타났는데, AST 농도는 Choi et al.(2013)의 결과

임상측정 한계치(10 IU/L) 이하였다고 언급하였다. 이들의 결과는 본 연구에서 치어그룹의 AST(87.5~198.7 IU/L) 및 ALT 농도(2.0~11.2 IU/L), 친어그룹(28.2±2~39.2±2 cm)의 AST(14.0~82.6 IU/L) 및 ALT 농도(1.4~4.2 IU/L)와 확연한 차이가 있었다. 이는 아마 분석방법에 의한 차이일 것으로 추정한다.

LDH 농도는 어느 조직이나 고루 분포하는 효소이지만 임상병리 검사에서 주로 간 기능의 검사에 활용되고 있다(Lee & Chong, 2000). Jung et al.(2006)에 따르면 조피볼락(8~30 cm)에서 조사한 LDH 농도는 114±41~371±302 U/L로 나타났는데, 본 연구에서 얻어진 치어그룹의 LDH 농도(1,916.2~3,977.8 IU/L) 보다는 크게 낮은 농도를,

<Table 2> Comparison of serum parameters of Korean rockfish among other reports

Parameters	fish size (Number of sample)							
	3.8±0.1cm ^a (60)	4.0±1.0g ^b (23)	7.9cm ^c (76,000)	8~30cm ^d (245)	316g ^e (5~6)	553g ^f (10)	9.5~12cm ^e (25)	28.2±2~ 39.2±2cm ^g (15)
AST (IU/L)	N.S.	53.1±2.56	72.0±36.3~ 126.72±99.6	16.4±4~ 38±28	N.S.	N.S.	87.5~198.7	14.0~82.6
ALT (IU/L)	N.S.	13.0±1.31	10.83±6.97~ 28.45±15.16	10~24±11	N.S.	N.S.	2.0~11.2	1.4~4.2
Lactate dehydrogenase (LDH, IU/L)	N.S.	N.S.	N.S.	114±41~ 371±302	N.S.	N.S.	1916.2~3977.8	220.0~945.8
Total protein (g/dL)	3.5±0.6	4.20±0.43	5.3±1.0~6.8	4.0±0.5~ 4.2±1.4	4.4~5.1	4.4	2.67~3.73	2.84~5.06
Glucose (mg/dL)	N.S.	51.9±3.42	14.5±22.39~ 93.5±27.6	19±4~26±7	61~76	47	37.00~75.17	11.80~99.60

^aPark et al., 2003. ^bKim et al., 2009. ^cChoi et al., 2013. ^dJung et al., 2006. ^eJeon et al., 1995. ^fJeon et al., 1998. ^gThis study. N.S.: data not shown.

와 비슷하였으나 ALT 농도는 이들의 결과와 대체로 유사한 범위에 포함되었다. 한편 Jung et al.(2006)은 경남지역 가두리 양식장에서 계절별로 다양한 크기의 조피볼락(8~30 cm, 245마리)에 대하여 조사한 AST 농도가 16±4~38±28 IU/L, ALT 농도는 10~24±11 IU/L로 나타났지만, 7~8월에 분석한 조피볼락(106마리)의 ALT 농도는 모두 해당 분석장치(FUGI DRI-CHEM 3000)의

친어그룹의 LDH 농도(220.0~945.8 IU/L)와는 약간 낮게 나타났다. 본 연구에서 AST 농도는 치어그룹(87.5~198.7 IU/L)이 친어그룹(14.0~82.6 IU/L)에 비하여 유의적으로 높았으며, ALT 농도도 역시 치어그룹(2.0~11.2 IU/L)이 친어그룹(1.4~4.2 IU/L)에 비하여 상대적으로 높게 나타났다. 또한 LDH 농도도 치어그룹(1,916.2~3,977.8 IU/L)이 친어그룹(220.0~945.8 IU/L)에 비하여 유의적으로

높게 나타났다. 흥미롭게도 혈중 간 기능을 검사하는 항목(AST, ALT, LDH)에서 치어그룹이 친어그룹에 비하여 모두 높은 농도를 나타내었다. 통계적($p < 0.05$)으로 높은 분석항목의 농도를 보인 치어그룹이 친어그룹에 비하여 간 기능에 이상이 있는 것인지를 본 연구에서 밝힐 수가 없었다. 다만 앞선 연구자들의 결과와 비교할 때, 치어그룹이 친어그룹에 비하여 간 기능에 어떠한 장애가 있다고 해석하기 보다는 한참 성장단계에 있기 때문에 특히 이들 항목의 효소가 혈중으로 많이 흘러나와서 함량이 높아진 것으로 생각된다.

Maita et al.(1998a, 1988b)은 콜레스테롤 검사가 어류의 질병 저항성에 대한 지표로서 유용하다고 보고하였다. 그들은 인위적인 세균감염 실험에서 높은 폐사를 보인 방어와 무지개송어의 총콜레스테롤(유리콜레스테롤)은 유의적으로 낮은 농도를 나타내었으며, 어분을 전혀 공급하지 않은 사료를 투여한 방어의 인위적인 세균감염 실험에서도 폐사율이 높은 실험구의 총콜레스테롤(유리콜레스테롤)은 유의적으로 낮은 농도를 나타내었다. Ikeda et al.(1986)은 여러 연구자들의 연구결과를 비교 분석하여 다음과 같이 제시하였다. 즉 사료의 질이 떨어지고 급이량이 부족하면 총콜레스테롤과 알부민이 낮은 농도를, 포도당은 높거나 낮으며 ALP는 대체로 높은 농도를 그리고 소화관에 흡수장애 등이 있으면 어류의 영양상태가 나빠지게 되는데, 영양불량의 초기에는 총콜레스테롤이 낮게 되고, 장기간 계속되면 포도당, 알부민 및 총단백이 저하한다. 또한 소화관의 장애는 병원체의 침입경로가 되므로 간접적으로 어류가 병에 걸리기 쉬운 상태를 나타내고 있다고 볼 수 있다. 조지방의 함량이 높은 사료를 어류에 먹이면 총콜레스테롤의 농도가 높게 나타나는 경향이 있다고 한다. 본 연구에서 친어그룹의 경우는 서해 자연산친어(WWB)가 총단백, 알부민, 총콜레스테롤이 다른 그룹에 비해 유의적으로 낮았다. 치어그룹의 경우는 서해축제식·가두리양식산치어(ENCJ)가 총단백, 알부민, 총콜레스테롤이 다른

그룹에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 영양적 결함이 주된 원인이 아니라 그룹간 사육방법의 차이에 따른 생리학적 측면과 연관성이 있는 것으로 추측된다. 그렇지만 이와 같은 상태가 장기간 지속된다면 각종 질병에 대한 저항력이 감소할 가능성도 있으리라 생각된다.

어류의 혈액 총단백 함량은 다양한 요소(성장, 연령, 성별, 계절, 섭이상태나 수질환경, 스트레스 등)에 따라 차이가 나지만 경골어류는 보통 4~7 g/dL의 수준(Yanagisawa and Hashimoto, 1984)이라고 알려져 있다. 또한 적정수온의 영역 내에서 비교한다면 저수온에 비하여 고수온에서 성장속도가 빠르기 때문에 총단백 함량은 높고 활동적인 어류일수록 높게 나타나지만 활동성을 제외하면 어종 간에 차이는 크지 않다고 한다(Ikeda et al., 1986). 조피볼락의 혈중 총단백의 정상범위(대조구)는 3.5 ± 0.6 g/dL(3.8 ± 0.1 cm, Park et al., 2008), $4.4 \sim 4.5$ g/dL(평균 $316 \sim 553$ g, Jeon et al., 1995, 1998), $4.0 \pm 0.5 \sim 4.2 \pm 1.4$ g/dL($8 \sim 30$ cm, Jung et al., 2006), 4.20 ± 0.43 g/dL(4.0 ± 1.0 g, Kim et al., 2009), EP 투여구 $5.3 \pm 1.0 \sim 6.8$ g/dL 및 MP 투여구 $5.3 \pm 0.8 \sim 5.9 \pm 1.43$ g/dL(평균 7.9 cm, Choi et al., 2013)로 보고되었다. 본 연구에서 총단백 농도는 친어그룹이 $2.84 \sim 5.06$ g/dL, 치어그룹이 $2.67 \sim 3.73$ g/dL로 나타났는데, 앞선 연구자들의 결과와 비교하여 정상범위 안에 있다고 여겨진다.

총단백과 밀접한 연관성이 있는 혈중 포도당(혈당)은 개체유지를 위한 주요 에너지원으로 실험어의 취급이 나쁜 것만으로도 쉽게 변동하여 버리는 항목으로 검사할 때 매우 조심스럽게 혈액을 다루어야 한다(Ikeda et al., 1986). 조피볼락의 혈액 화학적 연구에서 대조구(정상범위)의 포도당은 $47 \sim 76$ mg/dL(평균 $316 \sim 553$ g, Jeon et al., 1995, 1998), $19 \pm 4 \sim 26 \pm 7$ mg/dL($8 \sim 30$ cm, Jung et al., 2006), 51.9 ± 3.42 mg/dL(4.0 ± 1.0 cm, Kim et al., 2009), EP 투여구 $14.5 \pm 22.39 \sim 93.5 \pm 27.6$ mg/dL, MP 투여구 $33.75 \pm 32.8 \sim 87.61 \pm 81.04$

mg/dL(평균 7.9 cm, Choi et al., 2013)로 보고되었다. 본 연구에서는 포도당의 농도가 치어그룹이 37.00~75.17 mg/dL, 친어그룹은 11.80~99.60 mg/dL로 나타났는데, 앞선 연구자들의 결과와 비교하면 정상범위에서 크게 벗어나지 않는 것으로 보인다. 일반적으로 경골어류의 포도당은 총단백과 정의 상관관계이며 총콜레스테롤과는 부의 상관관계를 나타내는 것으로 보고되었는데(Ikeda et al., 1986; Sim et al., 1998), 본 실험에서는 총단백의 경우 대체로 유사한 경향(WWB, WJ)이 나타났으나 총콜레스테롤의 경우는 일치하지 않았다. 이는 그룹 간 사육방법의 차이에 따른 생리학적 측면과 관련이 있는 것으로 추측하지만 다른 요인과의 연관성에 대해서 여기서 밝히지 못하였으므로 향후 추가적인 실험이 필요할 것이다.

결론적으로 본 연구에서 가장 중점을 두고 조사한 내용은 간편하게 사용되는 혈청 화학성분 가운데 과연 어떤 항목이 조피볼락의 사육방법과 크기에 따라서 차이가 나타나는지를 살펴보고자 한 것이었다(Table 2). 이번 연구에서 도출된 결과는 조피볼락의 혈청 화학적인 분석항목을 선정할 때 기초자료로 활용되었으면 한다.

V. 요약

조피볼락 친어 3개 그룹(서해자연산, 서해가두리양식산, 동해자연산)과 치어 5개 그룹(서해자연산, 서해육산양식산, 서해육상·가두리양식산, 서해축제식·가두리양식산, 서해축제식양식산)에 대하여 사육방법과 크기의 차이에 따라서 9개의 혈청 화학성분이 어떠한 변화를 나타내는지 알아보고자 하였다. 그 결과, 7개 항목인 총단백, 알부민, 총콜레스테롤, AST, ALT, LDH, ALP의 함량에서 친어 및 치어그룹 간에 유의적인 차이가 관찰되었다. 즉, 총단백, 알부민, 총콜레스테롤, ALP는 친어그룹이 치어그룹에 비해 높은 농도를 보였으며, 반대로 AST, ALT, LDH는 치어그룹이 친어그

룹에 비하여 높은 농도를 나타내었다. 이러한 결과는 사육방법과 크기(친어, 치어)가 서로 다른 조피볼락의 생리적인 변화와 관련이 있는 것으로 판단된다.

References

- Chang, Young-Jin · Hur, Jun-Wook & Jin, Pyung (2002a). Hematological characteristics of olive flounders (*Paralichthys olivaceus*) in culture farm influenced by heated effluent water from a power plant in summer, *Journal of Aquaculture* 15(4), 267~273.
- Chang, Young-Jin · Min, Byung-Hwa · Chang, Hae-Jin & Hur, Jun-Wook(2002b). Comparison of blood physiology in juvenile Korean seabream (*Acanthopagrus schlegeli*) reared in converted freshwater from seawater and seawater form freshwater. *Korean Journal of Fisheries Aquatic Science* 35(6), 595~600.
- Choi, Hye-Sung · Huh, Min-Do · on, Maeng-Hyun · Kim, Kang-Woong & Kim, Kyoung-Duck(2013). Comparative health extents of korean rockfish, *Sebastes Schlegeli* by the commercial extruded pellet and moisture pellet administration, *The journal of fisheries and marine sciences education* 25(6), 1315~1323.
- Cnaani, A. · Tinman, S. · Avidar, Y. · Ron, M. & Hulata, G.(2004). Comparative study of biochemical parameters in response to stress in *Oreochromis ayreus*, *O. massambicus* and two strains of *O. niloticus*, *Aquaculture Research* 35, 1434~1440.
- Edsall, C. C.(1999). A blood chemistry profile for lake trout, *Journal of Aquatic Animal Health* 11, 81~86.
- Filho, D. W. · Eble, G. J. & Kassner, G.(1992). Comparative hematology in marine fish. *Comparative Biochemistry and Physiology* 102A(2), 311~321.
- Hawkins, R. I. & Mawdesley-Thomas, L. E.(1972). Fish haematology-A bibliography, *Journal of Fish Biology* 4, 193~232.
- Hrubec, T. C. · Smith, S. A. · Robertson, J. L. · Feldman, B. · Veit, H. P. · Libey, G. & Tinker, M.K.(1996). Bloodbiochemical referance intervals

- for sunshine bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*) in three culture systems, American Journal of Veterinary Research 57(5), 624~627.
- Hrubec, T.C. · Robertson, J.L. & Smith, S.A.(1997). Effects of temperature on hematologic and serum biochemical profiles of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*), American Journal of Veterinary Research 58(2), 126~130.
- Hrubec, T. & Smith, S. A.(1999). Differences between plasma and serum samples for the evaluation of blood chemistry values in Rainbow trout, Channel catfish, hybrid Tilapias, hybrid Striped bass, Journal of Aquatic Animal Health 11, 116~122.
- Hrubec, T. C. · Cardinale, J. L. & Smith, S. A.(2000). Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia(*Oreochromis* hybrid), Veterinary Clinical Pathology 29(1), 7~12.
- Ikeda, Yayoi · Ozaki, Hisao & Sezaki Keijiro(1986). Blood atlas of fishes, Midori Shobo Co., LTD, Tokyo, Japan, 238~361.
- Jeon, Joong-Kyun & Kim, Hyung-Bae(1998). Comparison in serum constituents of cultured marine fishes in early summer season, Journal of Aquaculture 11(4), 547~556.
- Jeon, Joong-Kyun · Kim, Pyong-Kih · Park, Yong-Joo & Huh, Hyung-Tack(1995). Study of serum constituents in several species of cultured fish, Journal of Korean Fisheries Science 28(2), 123~130.
- Joshi, B.D.(2005). Presidential address, Relevance of fish haematology in monitoring their health and the aquatic environment, Indian Science Congress Association, 92(2), II 1~36.
- Jung, Sung-Hee · Byun, Soon-Gyu · Jee, Bo-Young & Choi, Hye-Sung(2006). Application of veterinary chemistry analyzer used to hematological analysis of marine fish cultured in floating netcage, Journal of Fish Pathology 19(3), 255~267.
- Jung, Sung-Hee · Seo, Jung-Soo · Kim, Jin-Do · Choi, Hye-Sung & Park, Myoung-Ae(2011). Application of automatic dry chemistry analyzer (Fuji dry-chem 3000) used to hematological analysis of cultured freshwater fish in low temperature season, Journal of Fish Pathology 24(3), 247~254.
- Jung, Sung-Hee · Sim, Doo-Saing · Park, Mi-Seon · Jo, QTae & Kim, Yoon(2003). Effect of formalin on haematological and blood chemistry in olive flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel), Aquaculture research 34, 1269~1275.
- Kim, Pyong-Kih(2011). Effects of stocking density and dissolved oxygen concentration on the growth and hematology of the parrotfish *Oplegnathus fasciatus* in a recirculating aquaculture system (RAS), Korean Journal of Fisheries Aquatic Science 44(6), 747~752.
- Kim, Young-Chul · Park, Gun-Jun · Lee, Jun-Ho & Kim, Kang-Woong(2009). Effects of the dietary β -1, 3 glucan on growth, hematological and body composition in juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*), Korean Journal of Fisheries Aquatic Science 42(6), 609~613.
- Kwon, Mun-Gyeong · Lim, Han-Kyu · Min, Byung-Hwa & Byub, Soon-Gyu(2007). Effects of aquaculture conditions on blood chemistry property and lysozyme activity of starry flounder, *Paralichthys stellatus*, Journal of Fish Pathology 20(3), 281~289.
- Lee, Samuel & Chong, Yonsop(2000). Laboratory methods in clinical pathology, Fourth edition, Yonsei University Press, Seoul, Korea, 223~230.
- Maita, Masahi · Aoki, Hideo · Yamagata, Yoichi · Satoh, Shuichi · Okamoto, Nobuaki & Watanabe, Takeshi(1998a). Plasma biochemistry and disease resistance in yellowtail fed a non-fish meal diet, Fish Pathology 33(2), 59~63.
- Maita, Masahi · Satoh, Koh-ichi · Fukuda, Yutaka & Lee, Hae-Kyung(1998b). Correlation between plasma component levels of cultured fish and resistance to bacterial infection, Fish Pathology 33(3), 129~133.
- Manera, M. & Britti, D.(2006). Assesment of blood chemistry normal ranges in rainbow trout, Journal of Fish Biology 69, 1427~1434.
- Park, Sang-Hyun · Wang, Soon-Young & Han, Kyung-Nam(2008). Effects of dietary supplement of probiotics on growth and bloof assay of rockfish (*Sebastes schlegeli*), Journal of Aquaculture 21(1), 1~6.
- Putnam, R. W. & Freel, R.(1978) Hematological parameters of five species of marine fishes, Comparative Biochemistry and Physiology 61A, 585~588.
- Sim, Doo-Saing · Jeon, Im-Gi · Min, Kwang-Sik &

- Lee, Jong-Moon(1990). Hematological characteristic of bastard halibut according to cultured experiment of mari-floating netcage-II, Journal of Fish Pathology 3(1), 39~50.
- Sim, Doo-Saing · Jung, Sung-Hee & Oh, Myung-Joo (1998). Hematological studies on the olive flounders *Paralichthys olivaceus* reared in the landbased-seawater tank system, Bulletin of Fisheries Research and Development Institute 54, 115~123.
- Yanagisawa, T. & Hashimoto, K.(1984). Plasma albumins in elasmobranchs, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 50(6), 1083.

-
- 논문접수일 : 2014년 05월 08일
 - 심사완료일 : 1차 - 2014년 06월 09일
2차 - 2014년 07월 11일
 - 게재확정일 : 2014년 07월 18일