

해상가두리 양식장 어류의 혈액 검사에 사용된 동물용 생화학 분석장치의 활용 가능성

정승희[†] · 변순규^{*} · 지보영 · 최혜승^{**}

국립수산과학원 병리연구팀, ^{*}국립수산과학원 어류연구센터,

^{**}국립수산과학원 양식환경연구소

Application of Veterinary Chemistry Analyzer used to Hematological Analysis of Marine fish Cultured in Floating Netcage

Sung Hee Jung[†], Byun Soon Gyu^{*}, Bo-Young Jee and Hye-Sung Choi^{**}

Pathology Team, National Fisheries Research & Development Institute,
408-1 Shirang Gijang, Busan 619-900, Korea

^{*}Finfish Research Center, NFRDI, Uljin Gyeongbuk 767-863, Korea

^{**}Aquaculture Environment Institute, NFRDI, Tongyeong Gyeongnam 650-943, Korea

The purpose of this study was to obtain reference data of parameters for hematological health diagnosis in marine fish and also evaluate application of veterinary chemistry analyzer used to those blood tests.

A blood profile of total 522 fish for black rockfish (*Sebastes schlegeli*), red seabream (*Pagrus major*), rock bream (*Oplegnathus fasciatus*) and black seabream (*Acanthopagrus schlegeli*) cultured in mari-floating netcage of Gyeongnam province was determined by hematocrit (Ht), hemoglobin (Hb) and blood chemistry tests (total protein, albumin, alkaline phosphatase, blood urea nitrogen, lactate dehydrogenase, triglyceride, total cholesterol, creatinine, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, glucose). Ht was measured by microhematocrit method. Hb and plasma chemistry were analysed by establishing baseline ranges for a dry chemical system of FUJI DRI-CHEM 3000. Actually recorded values of Hb and plasma chemistry by the analyzer were notably outside from the minimum and/or maximum of the established reference value. Albumin and alanine aminotransferase were not detectable in the range of 68~66%. Lactate dehydrogenase, total protein, alkaline phosphatase and glucose were not detectable in the range of 42~21%. Total cholesterol, aspartate aminotransferase, triglyceride, hemoglobin and creatinine were not detectable in the range of 18~3%. However, the values of blood urea nitrogen were below the detectable limits of the analyzer.

Key words : Hematology, Chemistry analyzer, Marine fish, Floating netcage

어류의 혈액에는 생리상태의 변화를 진단할 수 있는 수많은 정보가 담겨져 있어서 사료 및 면역증강 물질의 영양학적 연구 (Harikrishnan *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2003; 강 등, 2004), 어류질병의 감염에 따른 연구 (정 · 심, 1992; 심 등, 1995; 최 등, 2002), 약품의 환경오염물질 연구 (Le Ruyet

et al., 1998; Roche and Bogé, 2000; 조 등, 2002), 운반, 수온, 사육시설의 각종 스트레스 연구 (Cataldi *et al.*, 1998; Sadler *et al.*, 2000; 심 등, 1990a, 1990b; 장 등, 2002), 유전학적 연구 (Hrubec and Smith, 1999; Peruzzi *et al.*, 2005) 등 다양한 분야에서 연구되어 왔다. 그렇지만 혈액학적 건강진단 방법

[†]Corresponding Author : Sung Hee Jung, Tel : 051-720-2490,
Fax : 051-720-2498, E-mail : immu@nfrdi.re.kr

과 측정된 혈액성분의 정상수치가 표준화되어 있는 인간 및 가축과는 달리 변온동물인 어류의 혈액연구 분야는 오랜 연구역사에 비해 어종별로 통일된 혈액성상과 생화학적 검사의 정상수치가 전혀 확립되어 있지 않다.

어류는 전문지식을 습득하고 관심을 가진다면 비교적 손쉬운 방법으로 혈액연구를 수행할 수 있다는 커다란 장점이 있다. 최근에는 간편한 원심분리기나 초보자도 쉽게 작동할 수 있는 혈액화학 성분의 분석장치도 시판되고 있어, 양식어업인이 직접 자신의 양식장에서 사육관리하고 있는 어류의 혈액검사도 충분히 가능한 시점에 도달하였다고 본다. 다만, 혈액검사의 수치를 해석하여 정상범주에 포함되는가를 최종으로 진단하기 위해서는 역시 전문가의 도움이 절실히 필요하다. 또한 분석항목의 수치만을 가지고 양식어류의 건강상태를 진단하기에는 부족한 면이 있기 때문에 부가적으로 사육관리에 관한 전반적인 정보도 대단히 중요하다.

해상가두리 양식장을 운영하는 양식어업인들은 자신의 사육관리 습관이 어류질병의 발생에 그대로 방치되어 있는 것인지, 아니면 사육관리를 개선함으로써 앞으로 피할 수 없는 어류질병의 피해를 대략 몇 % 정도라도 완화시킬 수 있는지에 대하여 관심을 가지지 못하고 있는 실정이다. 외관적으로는 정상으로 보여도 질병의 감염증에 걸리기 쉬운 생리적 상태가 되어 있는지는 여부는 지속적인 몇 가지 혈액검사 항목을 스크리닝함으로써 충분히 예측할 수 있다. 따라서 객관적이고 과학적인 혈액분석 자료를 근거로 하여 사육중인 어류가 적절하게 관리되고 있는지 하는 건강 진단지표를 알아보는 것은 매우 흥미로운 작업이다. 다만 어류의 혈액검사에 따른 분석항목의 수치를 진단하기 위해서는 혈액학적 건강진단 지표가 명확하게 설정되어 있어야 하는 등 손쉽게 이용할 수 있는 자료화가 절실히 요구된다.

적혈구와 관련된 어류의 혈액학적 성상검사인 적혈구수는 혈구계산판등에 의한 현미경 계수법

헤모글로빈량은 시안메토헤모글로빈법, 헤마토크리트치는 microhematocrit 법의 분석이 이미 대표적 검사 방법으로 정립되어 있다. 그러나 혈액화학 성분 분석에는 시판하는 임상 검사용 Kit에 의한 분광광도계를 이용한 방법과 다양한 생화학 분석장치가 널리 이용되고 있다. 그리고 어떤 분석방법을 사용하더라도 측정값의 오차가 적어야 분석 결과를 해석하는데 어려움이 없을 것이다. 따라서 과연 이러한 생화학 분석장치가 다양한 조건에서 양식되고 있는 어류의 건강진단을 위한 혈액성분 분석에 제대로 이용될 수 있을 것인지 검증할 필요성이 절실히 제기되었다.

본 연구는 경남 지역에 위치한 해상가두리 양식장의 대표적 어류인 조피볼락, 참돔, 돌돔 및 감성돔을 대상으로 간편하게 혈액성분을 측정할 수 있는 동물용 생화학 분석장치를 이용하여, 헤모글로빈량 및 혈장화학 성분분석을 실시함으로써 앞으로 동일한 기종이나 이와 유사한 혈액 분석장치를 이용하는 연구자들에게 그 활용 가능성에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험어류 및 실험과정

2003년 2월부터 11월까지 월 1회 정기적으로 경남 고성군 학림, 거제시 둔덕, 가배, 와현, 통영시 산양, 한산, 욕지에 위치한 해상가두리 어류양식장에서 사육중인 조피볼락 (245마리), 참돔 (129마리), 돌돔 (92마리) 및 감성돔 (56마리)을 소량의 생사료 먹이로 유인하면서 뜰채와 낚시를 이용하여 채포하였다. 채포한 시험어류 중에서 외관상 특이한 질병증세가 나타나지 않는 개체를 선별하여 현장에서 곧바로 혈액학적 분석에 제공하였다. 단, 현장의 특성상 월별로 채집한 시험어류의 크기와 마리수 (Table 1)는 일관성 있게 선정하지 못하였으며, 감성돔은 7~8월 이후부터 시료를 채집할 수 없었다.

조사기간 동안 월별로 측정된 수온의 평균에 따라 임의로 4단계로 구분하였다. 즉, 2월~4월

Table 1. Body weight, whole length and the sampled number of marine fish cultured in floating netcage located in Gyeongnam

Sample date	Black rockfish			Red seabream			Rock bream			Black seabream		
	Body weight (g)	Whole length (cm)	No.	Body weight (g)	Whole length (cm)	No.	Body weight (g)	Whole length (cm)	No.	Body weight (g)	Whole length (cm)	No.
Total			245			129			92			56
Feb.-April	15-75 115-400	8-19 20-28	39 17	45-123 520-860	15-19 20-36	40 11	52-179	14-20	42	27-148	12-21	29
May-June	34-100 235-445	14-19 20-30	14 40	70-150	16-21	34	90-165	18-21	30	108-200	21-23	27
July-Aug.	119-270	19-27	106	100-485	23-30	30	150-200	18-22	20	NT	NT	NT
Oct.-Nov.	150-430	23-31	29	650-710	35-40	14	NT	NT	NT	NT	NT	NT

Feb.-April, 10°C-13°C; May-June, 17°C-19°C; July-Aug., 21°C-24°C; Oct.-Nov., 18°C-19°C; NT, not tested.

(10°C~13°C)은 저수온기로 겨울, 5월~6월 (17°C~19°C)은 수온상승기로 봄, 7월~9월 (21°C~24°C)은 고수온기로 여름, 10월~11월 (19°C~17°C)은 수온하강기로 가을에 해당하는 특성을 가지게 되었다. 한편 9월12일 발생한 제14호 태풍 매미의 피습으로 인해 해상가두리가 대부분 파손되어 10월 이후에는 실험어의 채집이 원활하지 못하였고 시료의 채집 마리수도 상당히 적었다.

혈액검사

현장에서 채집한 시험어류는 마취를 하지 않고 미병부의 혈관에서 해파린 처리한 일회용 주사기로써 약 1 mL 정도 채혈하여 주사기 안에서 잘 섞었다. 해파린 처리된 혈액은 주사 바늘을 제거한 뒤 조심스럽게 마이크로튜브에 주입하여 얼음에 보관한 후에 실험실로 운반하여 즉시 헤마토크리트치 (Ht) 및 헤모글로빈량 (Hb)을 측정하였다. 나머지 혈액은 3,000 rpm (4°C), 15분간 원심분리하여 혈장을 분리한 뒤 곧바로 혈장화학 성분 분석을 실시하거나 냉동고에 보관 (-80

°C) 한 후 3일 이내에 모두 측정하였다.

Ht는 microhematocrit 법으로 측정하였고, Hb를 비롯한 총단백 (total protein), 알부민 (albumin), 알칼리성포스파타제 (alkaline phosphatase), 요소 질소 (blood urea nitrogen), 젖산탈수소효소 (lactate dehydrogenase), 중성지방 (triglyceride), 총콜레스테롤 (total cholesterol), 크레아티닌 (creatinine), 트란스아미나제인 aspartate aminotransferase (AST/GOT) 및 alanine aminotransferase (ALT/GPT), 포도당 (glucose) 등 11개 혈장화학 성분 분석에는 동물용 건식 (dry chemical system) 생화학 분석장치인 FUJI DRI-CHEM 3000 (FUJI PHOTO FILM Co., Japan)을 이용하였다.

통계분석

혈액성분의 분석항목 자료는 동일한 어종 내에서 수온변동 시기별 및 동일항목 내에서 어종별로 각각 one-way ANOVA-test를 실시하여 유의적인 차이가 있으면 Duncan's multiple range test로 평균간의 유의성 (P <0.05)을 분석하였다.

결 과

Hb 및 Ht

경남지역 해상가두리 양식어류의 4단계 수온 변동 시기에 따라 조사한 Hb와 Ht의 변화를 Table 2에 나타내었는데, 여기서 동일한 어종별로 수온변동 시기에 대한 수치의 유의적인 차이는 왼쪽 부분, 그리고 수온변동 시기별로 어종간에 대한 유의적인 차이는 오른쪽 부분에 영문 위첨자로 각각 표시하였다. 한편, 태풍 때문에 9월 이후에 채집할 수 없었던 시료의 수치는 “NT (not tested)”라고 나타내었다.

조사기간을 통해 조피볼락은 Hb $7.7 \pm 1.1 \sim 5.4 \pm 0.5$ g/dL, Ht $33 \pm 12 \sim 21 \pm 7.9\%$ 의 범위로 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$). 참돔은 2~4월 (Hb 4.9 ± 1.1 g/dL, Ht $18 \pm 7\%$)에 대해 5~6월 (Hb 7.1 ± 1.6 g/dL, Ht $40 \pm 15\%$), 7~8월 (Hb 8.8 ± 1.6 g/dL, Ht $44 \pm 5\%$), 10월 (Hb 9.8 ± 1.4 g/dL, Ht $46 \pm 4\%$)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 돌돔은 2~4월 (Hb 7.7 ± 1.8 g/dL, Ht $24 \pm 7\%$)과 5~6월 (5.5 ± 0.9 g/dL, Ht $22 \pm 3.2\%$)에 대해 7~8월 (Hb 11.3 ± 2.2 g/dL, Ht $44 \pm 9\%$)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 감성돔의 경우, Hb는 2~4월 (6.6

± 1.5 g/dL)과 5~6월 (7.9 ± 0.1 g/dL)에 유의적인 차이가 없었으나 ($P > 0.05$), Ht는 2~4월 ($20 \pm 5.6\%$)에 비해 5~6월 ($34 \pm 6\%$)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 조사기간 중에 Hb와 Ht의 변화 형태는 실험 어종별로 비슷하게 관찰되었다.

Hb의 경우, 2~4월에 조피볼락 (7.2 ± 1.6 g/dL) 및 돌돔 (7.7 ± 1.8 g/dL)에 대해 참돔 (4.9 ± 1.1 g/dL)은 유의하게 낮았으나 ($P < 0.05$), 감성돔 (6.6 ± 1.5 g/dL)과는 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$). 5~6월에는 모든 실험어가 $5.5 \pm 0.9 \sim 7.9 \pm 0.1$ g/dL의 범위로 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P > 0.05$). 7~8월에는 조피볼락 (7.7 ± 1.1 g/dL) 및 참돔 (8.8 ± 1.6 g/dL)에 대해 돌돔 (11.3 ± 2.2 g/dL)은 유의하게 높았으며 ($P < 0.05$), 10월에는 조피볼락 (5.4 ± 0.5 g/dL)에 대해 참돔 (9.8 ± 1.4 g/dL)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$).

Ht의 경우, 2~4월에는 조피볼락 ($33 \pm 1.2\%$)에 대해 참돔 ($18 \pm 7\%$), 돌돔 ($24 \pm 7\%$) 및 감성돔 ($20 \pm 5.6\%$)은 유의하게 낮았으며 ($P < 0.05$), 5~6월에는 모든 실험어가 $22 \pm 3 \sim 40 \pm 15\%$ 의 범위로 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P > 0.05$). 7~8월에는 조피볼락 ($32 \pm 5.8\%$)에 대

Table 2. Hemoglobin and hematocrit parameters of marine fish cultured in floating netcage located in Gyeongnam

Parameter	Sample date (2003)	Black	Red	Rock bream	Black
		rockfish	seabream		seabream
Hemoglobin (g/dL)	Feb.-April	7.2 ± 1.6^a	4.9 ± 1.1^b	7.7 ± 1.8^a	6.6 ± 1.5^{ab}
	May-June	6.9 ± 1.5	7.1 ± 1.6	5.5 ± 0.9	7.9 ± 0.1
	July-Aug.	7.7 ± 1.1^a	8.8 ± 1.6^a	11.3 ± 2.2^b	NT
	Oct.-Nov.	5.4 ± 0.5^a	9.8 ± 1.4^b	NT	NT
Hematocrit (%)	Feb.-April	33 ± 12^a	18 ± 7^b	24 ± 7^b	20 ± 5.6^b
	May-June	32 ± 10^a	40 ± 15^a	22 ± 3.2^{ab}	34 ± 6^a
	July-Aug.	32 ± 5.8^a	44 ± 5^b	44 ± 9^b	NT
	Oct.-Nov.	21 ± 7.9^a	46 ± 4^b	NT	NT

Feb.-April, 10°C - 13°C ; May-June, 17°C - 19°C ; July-Aug., 21°C - 24°C ; Oct.-Nov., 18°C - 19°C ; NT, not tested. Superscript letters on the left row are significant different among the sample date of each species at $p < 0.05$ and superscript letters on the right row are significant different among fish species of each sample date at $p < 0.05$.

해 참돔 ($44 \pm 5\%$) 및 돌돔 ($44 \pm 9\%$)은 유의하게 높았고 ($P < 0.05$), 10월에는 조피볼락 ($21 \pm 7.9\%$)에 대해 참돔 ($46 \pm 4\%$)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$).

혈장화학 성분

경남지역 해상가두리 양식어류의 4단계 수온 변동 시기에 따라 조사한 11 항목의 혈장화학 성분 변화는 Table 3에 나타내었으며, 나머지 수치의 유의적인 표현 방법 등은 Table 2와 동일하였다.

1. 포도당 (GLU)

조사기간을 통해 조피볼락 ($19 \pm 4 \sim 26.7 \pm 7$ mg/dL), 참돔 ($18 \pm 3 \sim 55 \pm 22$ mg/dL), 돌돔 ($15.5 \pm 7.8 \sim 51 \pm 19$ mg/dL), 감성돔 ($57 \pm 66 \sim 117 \pm 53$ mg/dL)은 모두 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$).

2~4월에는 조피볼락 (26.7 ± 7 mg/dL), 참돔 (47 ± 48 mg/dL) 및 돌돔 (37 ± 23 mg/dL)은 유의적인 차이가 없었으나 ($P > 0.05$), 감성돔 (117 ± 53 mg/dL)은 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 모든 실험어는 5~6월 ($15.5 \pm 7.8 \sim 57 \pm 66$ mg/dL), 7~8월 ($21 \pm 15 \sim 55 \pm 22$ mg/dL), 10월 ($18 \pm 3 \sim 19 \pm 4$ mg/dL)에 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P > 0.05$).

2. 중성지방 (TG)

조피볼락은 2~4월 (254 ± 100 mg/dL) 및 5~6월 (214 ± 84 mg/dL)에 대해 10월 (41 ± 25 mg/dL)은 유의하게 낮았으나 ($P < 0.05$), 이들과 7~8월 (139 ± 83 mg/dL)은 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P > 0.05$). 참돔은 조사기간을 통해 $58 \pm 21 \sim 163 \pm 49$ mg/dL의 범위로 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P > 0.05$). 돌돔은 2~4월 (165 ± 76 mg/dL) 및 5~6월 (98 ± 29 mg/dL)에 대해 7~8월 (273 ± 86 mg/dL)은 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 감성돔은 2~4월 (122 ± 65 mg/dL)과 5~6월 (121 ± 50 mg/dL)에 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$).

2~4월에는 조피볼락 (254 ± 100 mg/dL)에 대해 참돔 (69 ± 46 mg/dL), 돌돔 (165 ± 76 mg/dL), 감성돔 (122 ± 65 mg/dL)은 유의하게 낮았으며 ($P < 0.05$). 5~6월에는 조피볼락 (214 ± 84 mg/dL)에 대해 참돔 (58 ± 21 mg/dL)과 돌돔 (98 ± 29 mg/dL)은 유의하게 낮았으나 ($P < 0.05$), 감성돔 (121 ± 50 mg/dL)은 이들과 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$). 7~8월에는 조피볼락 (139 ± 83 mg/dL) 및 참돔 (163 ± 49 mg/dL)에 대해 돌돔 (273 ± 86 mg/dL)은 유의하게 높았고 ($P < 0.05$), 10월에는 조피볼락 (41 ± 25 mg/dL)에 대해 참돔 (103 ± 7 mg/dL)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$).

3. 총콜레스테롤 (TCHO)

조사기간을 통해 조피볼락 ($124 \pm 65 \sim 328 \pm 78$ mg/dL), 돌돔 ($103 \pm 29 \sim 180 \pm 40$ mg/dL), 감성돔 ($253 \pm 84 \sim 330 \pm 2$ mg/dL)은 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P > 0.05$). 참돔은 2~4월 (124 ± 80 mg/dL)에 대해 5~6월 (203 ± 93 mg/dL), 7~8월 (400 ± 46 mg/dL), 10월 (379 ± 21 mg/dL)에는 유의하게 높았다 ($P < 0.05$).

2~4월에는 조피볼락 (205 ± 75 mg/dL) 및 감성돔 (253 ± 84 mg/dL)에 대해 참돔 (124 ± 80 mg/dL)과 돌돔 (103 ± 29 mg/dL)은 유의하게 낮았다 ($P < 0.05$). 5~6월에는 모든 실험어가 $145 \pm 74 \sim 330 \pm 2$ mg/dL의 범위로 유의적인 차이가 없었으며 ($P > 0.05$), 7~8월에는 조피볼락 (328 ± 78 mg/dL)에 대해 참돔 (400 ± 46 mg/dL)은 유의하게 높았고 돌돔 (182 ± 40 mg/dL)은 유의하게 낮았다 ($P < 0.05$). 10월에는 조피볼락 (124 ± 65 mg/dL)에 대해 참돔 (379 ± 21 mg/dL)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$).

4. 알부민 (ALB)

조사 기간을 통해 조피볼락 ($1.1 \sim 1.3 \pm 0.3$ g/dL), 참돔 ($1.2 \pm 0.2 \sim 1.4 \pm 0.6$ g/dL) 및 감성돔 ($1.0 \pm 0.1 \sim 1.1 \pm 0.1$ g/dL)은 유의적인 차이가 없었으나 ($P > 0.05$), 돌돔은 2~4월 (1.1 ± 0.1 g/dL)에 대해 7~8월 (1.5 ± 0.2 g/dL)은 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 한편, 조피볼락은 10월 돌돔은 5~6

Table 3. Plasma chemistry parameters of marine fish cultured in floating netcage located in Gyeongnam

Plasma chemistry	Sample date (2003)	Black rockfish	Red seabream	Rock bream	Black seabream
Glucose (GLU, mg/dL)	Feb.-April	26 ± 7 ^a	47 ± 48 ^a	37 ± 23 ^a	117 ± 53 ^b
	May-June	21 ± 6	43 ± 21	15.5 ± 7.8	57 ± 66
	July-Aug.	21 ± 15	55 ± 22	51 ± 19	NT
	Oct.-Nov.	19 ± 4	18 ± 3	NT	NT
Triglyceride (TG, mg/dL)	Feb.-April	^a 254 ± 100 ^a	^a 69 ± 46 ^b	^a 165 ± 76 ^c	122 ± 65 ^c
	May-June	^a 214 ± 84 ^a	^a 58 ± 21 ^b	^a 98 ± 29 ^b	121 ± 50 ^{ab}
	July-Aug.	^{ab} 139 ± 83 ^a	^{ab} 163 ± 49 ^a	^b 273 ± 86 ^b	NT
	Oct.-Nov.	^b 41 ± 25 ^a	^a 103 ± 7 ^b	NT	NT
Total cholesterol (TCHO, mg/dL)	Feb.-April	^a 205 ± 75 ^a	^a 124 ± 80 ^b	^a 103 ± 29 ^b	253 ± 84 ^a
	May-June	^a 293 ± 117 ^a	^b 203 ± 93 ^a	^a 145 ± 74 ^{ab}	330 ± 2 ^a
	July-Aug.	^a 328 ± 78 ^a	^c 400 ± 46 ^b	^{ab} 182 ± 40 ^c	NT
	Oct.-Nov.	^{ab} 124 ± 65 ^a	^c 379 ± 21 ^b	NT	NT
Albumin (ALB, g/dL)	Feb.-April	1.1 ± 0.1	1.4 ± 0.6	^a 1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.1
	May-June	1.3 ± 0.3	1.3 ± 0.3	<1.0	1.1 ± 0.1
	July-Aug.	1.1 ± 0 ^a	1.2 ± 0.2 ^a	^b 1.5 ± 0.2 ^b	NT
	Oct.-Nov.	<1.0	1.3 ± 0.3	NT	NT
Total protein (TP, g/dL)	Feb.-April	4.2 ± 1.4 ^a	^a 2.6 ± 0.6 ^b	^a 2.3 ± 0.3 ^b	^a 2.4 ± 0.3 ^b
	May-June	4.1 ± 0.9 ^a	^b 3.9 ± 0.8 ^a	^a 2.7 ± 0.5 ^b	^b 4.1 ± 0.8 ^{ab}
	July-Aug.	4.0 ± 0.5 ^a	^c 4.9 ± 0.4 ^b	^b 4.8 ± 0.6 ^b	NT
	Oct.-Nov.	<2.0	^c 5.0 ± 1.1	NT	NT
Aspartate aminotransferase (AST/GOT, U/L)	Feb.-April	32 ± 20	114 ± 121	175 ± 274	244 ± 265
	May-June	38 ± 27 ^a	102 ± 94 ^a	24 ± 12 ^{ab}	71 ± 81 ^a
	July-Aug.	16 ± 4 ^a	43 ± 19 ^b	36 ± 17 ^{ab}	NT
	Oct.-Nov.	23 ± 11 ^a	102 ± 64 ^b	NT	NT
Alanine aminotransferase (ALT/GPT, U/L)	Feb.-April	24 ± 11 ^a	36 ± 28 ^a	135 ± 133 ^b	91 ± 74 ^{ab}
	May-June	12 ± 3	13 ± 3	11.0 ± 1.4	31 ± 29
	July-Aug.	<10	15 ± 4	<10	NT
	Oct.-Nov.	22 ± 16.3	18 ± 7	NT	NT
Alkaline phosphatase (ALP, U/L)	Feb.-April	^a 75 ± 23 ^a	229 ± 181 ^a	1620 ± 752 ^b	111 ± 68 ^a
	May-June	^{ab} 217 ± 189 ^a	132 ± 61 ^a	1680 ± 689 ^b	128 ± 62 ^a
	July-Aug.	^a 108 ± 38 ^a	146 ± 68 ^a	1166 ± 549 ^b	NT
	Oct.-Nov.	^{ab} 215 ± 124	238 ± 160	NT	NT
Lactate dehydrogenase (LDH, U/L)	Feb.-April	283 ± 186	471 ± 312	523 ± 231	468 ± 305
	May-June	371 ± 302	296 ± 269	307 ± 233	510 ± 552
	July-Aug.	114 ± 41 ^a	584 ± 263 ^b	401 ± 247 ^{ab}	NT
	Oct.-Nov.	271 ± 270	661 ± 310	NT	NT
Creatinine (CRE, mg/dL)	Feb.-April	^c 0.3 ± 0	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	^c 0.3 ± 0.1
	May-June	^a 0.5 ± 0.3 ^a	0.4 ± 0.2 ^a	0.3 ± 0.1 ^a	^b 1.4 ± 1.6 ^b
	July-Aug.	^a 0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	NT
	Oct.-Nov.	^{ab} 0.7 ± 0.8	1.0 ± 0.9	NT	NT
Blood urea nitrogen (BUN, mg/dL)	Feb.-April	^a 10.7 ± 1.8 ^a	^a 8.9 ± 1.6 ^b	^a 8.4 ± 1.0 ^b	^a 8.8 ± 1.9 ^b
	May-June	^b 13.6 ± 1.4	^b 14.2 ± 3.4	^b 11.7 ± 1.7	^b 15.2 ± 10.1
	July-Aug.	^a 9.8 ± 0.6 ^a	^c 19.1 ± 5.6 ^b	^b 12.1 ± 1.4 ^a	NT
	Oct.-Nov.	^{ab} 11.7 ± 1.6	^{ab} 12.2 ± 0.8	NT	NT

Feb.-April, 10°C-13°C; May-June, 17°C-19°C; July-Aug., 21°C ~ 24°C; Oct.-Nov., 18°C-19°C; NT, not tested.

Superscript letters on the left row are significant different among the sample date of each species at p<0.05 and superscript letters on the right row are significant different among fish species of each sample date at p<0.05.

월에 측정 하한값인 1.0 g/dL을 나타내었다.

2~4월과 5~6월에는 모든 실험어가 $1.0 \pm 0.1 \sim 1.4 \pm 0.6 \text{ g/dL}$ 의 범위로 유의적인 변동을 보이지 않았으나 ($P>0.05$), 7~8월에는 조피볼락 (1.1 g/dL) 및 참돔 ($1.2 \pm 0.2 \text{ g/dL}$)에 대해 돌돔 ($1.5 \pm 0.2 \text{ g/dL}$)은 유의하게 높았다 ($P<0.05$).

5. 총단백 (TP)

조피볼락은 2~4월부터 7~8월까지 $4.0 \pm 0.5 \sim 4.2 \pm 1.4 \text{ g/dL}$ 의 범위로 유의적인 차이가 없었으며 ($P>0.05$), 10월에는 측정 하한값인 2.0 g/dL을 나타내었다. 참돔은 2~4월 ($2.6 \pm 0.6 \text{ g/dL}$)에 대해 5~6월 ($3.9 \pm 0.8 \text{ g/dL}$), 7~8월 ($4.9 \pm 0.4 \text{ g/dL}$), 10월 ($5.0 \pm 1.1 \text{ g/dL}$)은 유의하게 높았으며 ($P<0.05$). 돌돔은 2~4월 ($2.3 \pm 0.3 \text{ g/dL}$) 및 5~6월 ($2.7 \pm 0.5 \text{ g/dL}$)에 대해 7~8월 ($4.8 \pm 0.6 \text{ mg/dL}$)은 유의하게 높았다 ($P<0.05$). 감성돔은 2~4월 ($2.4 \pm 0.3 \text{ g/dL}$)에 대해 5~6월 ($4.1 \pm 0.8 \text{ g/dL}$)이 유의하게 높았다 ($P<0.05$).

2~4월에는 조피볼락 ($4.2 \pm 1.4 \text{ g/dL}$)에 대해 참돔 ($2.6 \pm 0.6 \text{ g/dL}$), 돌돔 ($2.3 \pm 0.3 \text{ g/dL}$) 및 감성돔 ($2.4 \pm 0.3 \text{ g/dL}$)은 유의하게 낮았다 ($P<0.05$). 5~6월에는 조피볼락 ($4.1 \pm 0.9 \text{ g/dL}$) 및 참돔 ($3.9 \pm 0.8 \text{ g/dL}$)에 대해 돌돔 ($2.7 \pm 0.5 \text{ g/dL}$)은 유의하게 낮았으나 ($P<0.05$), 이들과 감성돔은 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 7~8월에는 조피볼락 ($4.0 \pm 0.5 \text{ g/dL}$)에 대해 참돔 ($4.9 \pm 0.4 \text{ g/dL}$)과 돌돔 ($4.8 \pm 0.6 \text{ g/dL}$)은 유의하게 높았다 ($P<0.05$).

6. Aspartate aminotransferase (AST/GOT)

조사기간을 통해 조피볼락 ($16 \pm 4 \sim 38 \pm 27 \text{ U/L}$), 참돔 ($43 \pm 19 \sim 114 \pm 121 \text{ U/L}$), 돌돔 ($24 \pm 12 \sim 175 \pm 274 \text{ U/L}$), 감성돔 ($71 \pm 81 \sim 244 \pm 265 \text{ U/L}$)은 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$).

모든 실험어는 2~4월 ($32 \pm 20 \sim 244 \pm 265 \text{ U/L}$), 5~6월 ($24 \pm 12 \sim 102 \pm 94 \text{ U/L}$)에는 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 7~8월에는 조피볼락 ($16 \pm 4 \text{ U/L}$)에 대해 참돔 ($43 \pm 19 \text{ U/L}$)이 유의하게 높았으며 ($P<0.05$), 이들과 돌돔 ($36 \pm$

17 U/L)은 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 10월에는 조피볼락 ($23 \pm 11 \text{ U/L}$)에 대해 참돔 ($102 \pm 64 \text{ U/L}$)이 유의하게 높았다 ($P<0.05$).

7. Alanine aminotransferase (ALT/GPT)

조사기간을 통해 조피볼락 ($12 \pm 3 \sim 24 \pm 11 \text{ U/L}$), 참돔 ($13 \pm 3 \sim 36 \pm 28 \text{ U/L}$), 돌돔 ($11 \pm 1.4 \sim 135 \pm 133 \text{ U/L}$), 감성돔 ($31 \pm 29 \sim 91 \pm 74 \text{ U/L}$)은 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 한편 7~8월에 조피볼락과 돌돔은 측정 하한값인 10 U/L을 나타내었다.

2~4월에는 조피볼락 ($24 \pm 11 \text{ U/L}$) 및 참돔 ($36 \pm 28 \text{ U/L}$)에 대해 돌돔 ($135 \pm 133 \text{ U/L}$)은 유의하게 높았으나 ($P<0.05$), 이들과 감성돔 ($91 \pm 74 \text{ U/L}$)은 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 5~6월에는 모든 실험어가 $11 \pm 1.4 \sim 31 \pm 29 \text{ U/L}$ 의 범위로 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 10월에는 조피볼락 ($22 \pm 16.3 \text{ U/L}$)에 대해 참돔 ($18 \pm 7 \text{ U/L}$)은 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$).

8. 알칼리성포스포타제 (ALP)

조사기간을 통해 조피볼락 ($75 \pm 23 \sim 217 \pm 189 \text{ U/L}$), 참돔 ($132 \pm 61 \sim 238 \pm 160 \text{ U/L}$), 돌돔 ($1166 \pm 549 \sim 1680 \pm 689 \text{ U/L}$), 감성돔 ($111 \pm 68 \sim 128 \pm 62 \text{ U/L}$)은 유의적인 차이가 없었으며 ($P>0.05$), 특히 돌돔의 측정값은 다른 실험어에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었다.

2~4월에는 조피볼락 ($75 \pm 23 \text{ U/L}$), 참돔 ($229 \pm 181 \text{ U/L}$) 및 감성돔 ($111 \pm 68 \text{ U/L}$)에 대해 돌돔 ($1620 \pm 752 \text{ U/L}$)이 유의하게 높았으며 ($P<0.05$), 5~6월에도 조피볼락 ($217 \pm 189 \text{ U/L}$), 참돔 ($132 \pm 61 \text{ U/L}$) 및 감성돔 ($128 \pm 62 \text{ U/L}$)에 대해 돌돔 ($1680 \pm 689 \text{ U/L}$)이 유의하게 높았고 ($P<0.05$), 7~8월에는 조피볼락 ($108 \pm 38 \text{ U/L}$) 및 참돔 ($146 \pm 68 \text{ U/L}$)에 대해 돌돔 ($1160 \pm 549 \text{ U/L}$)은 유의하게 높았다 ($P<0.05$). 돌돔의 유의적인 높은 값은 조사기간에 의한 어종별 비교에서 더욱 잘 나타났다.

9. 젓산탈수소효소 (LDH)

조사기간을 통해 조피볼락 ($114 \pm 41 \sim 371 \pm 302$ U/L), 참돔 ($296 \pm 269 \sim 661 \pm 310$ U/L), 돌돔 ($307 \pm 233 \sim 523 \pm 231$ U/L), 감성돔 ($468 \pm 305 \sim 510 \pm 552$ U/L)은 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$).

2~4월에는 모든 실험어가 $283 \pm 186 \sim 523 \pm 231$ U/L의 범위로 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$). 7~8월에는 조피볼락 (114 ± 41 U/L)에 대해 참돔 (584 ± 263 U/L)이 유의하게 높았으나 ($P < 0.05$), 이들과 돌돔 (401 ± 247 U/L)은 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$).

10. 크레아티닌 (CRE)

조사기간을 통해 조피볼락 ($0.2 \pm 0.1 \sim 0.7 \pm 0.8$ mg/dL), 참돔 ($0.3 \pm 0.1 \sim 0.1 \pm 0.9$ mg/dL) 및 돌돔 (0.3 ± 0.1 mg/dL)은 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 ($P > 0.05$), 감성돔은 2~4월 (0.3 ± 0.1 mg/dL)에 대해 5~6월 (1.4 ± 1.6 mg/dL)은 유의하게 높았다 ($P < 0.05$).

2~4월에는 모든 실험어가 0.3 ± 0.1 mg/dL로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 ($P > 0.05$), 5~6월에는 조피볼락 (0.5 ± 0.3 mg/dL), 참돔 (0.4 ± 0.2 mg/dL) 및 돌돔 (0.3 ± 0.1 mg/dL)에 대해 감성돔 (1.4 ± 1.6 mg/dL)은 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 7~8월 ($0.2 \pm 0.1 \sim 0.3 \pm 0.1$ mg/dL)과 10월 ($0.7 \pm 0.8 \sim 1.0 \pm 0.9$ mg/dL)에는 실험어가 유의적인 차이를 보이지 않았다 ($P > 0.05$).

11. 요소질소 (BUN)

조피볼락은 2~4월 (10.7 ± 1.8 mg/dL) 및 7~8월 (9.8 ± 0.6 mg/dL)에 대해 5~6월 (13.6 ± 1.4 mg/dL)은 유의하게 높았으나 ($P < 0.05$), 이들과 10월 (11.7 ± 1.6 mg/dL)은 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$). 참돔은 2~4월 (8.9 ± 1.6 mg/dL)에 대해 5~6월 (14.2 ± 3.4 mg/dL)과 7~8월 (19.1 ± 5.6 mg/dL)은 유의하게 높았으나 ($P < 0.05$), 10월 (12.2 ± 0.8 mg/dL)은 2~4월 및 5~6월과 유의한 차이가 없었다 ($P > 0.05$). 돌돔은 2~4월

(8.4 ± 1.0 mg/dL)에 대해 5~6월 (11.7 ± 1.7 mg/dL)과 7~8월 (12.1 ± 1.4 mg/dL)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 감성돔은 2~4월 (8.8 ± 1.9 mg/dL)에 대해 5~6월 (15.2 ± 10.1 mg/dL)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 조피볼락과는 달리 참돔, 돌돔 및 감성돔은 저수온기에서 고수온기로 이동하면서 높은 값을 나타내는 경향이였다.

2~4월에는 조피볼락 (10.7 ± 1.8 mg/dL)에 대해 참돔 (8.9 ± 1.6 mg/dL), 돌돔 (8.4 ± 1.0 mg/dL) 및 감성돔 (8.8 ± 1.9 mg/dL)은 유의하게 낮았다 ($P < 0.05$). 5~6월에는 모든 실험어가 $11.7 \pm 1.7 \sim 15.2 \pm 10.1$ mg/dL의 범위로 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$). 7~8월에는 조피볼락 (9.8 ± 0.6 mg/dL) 및 돌돔 (12.1 ± 1.4 mg/dL)에 대해 참돔 (19.1 ± 5.6 mg/dL)이 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 10월에는 조피볼락 (11.7 ± 1.6 mg/dL)에 대해 참돔 (12.2 ± 0.8 mg/dL)은 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$).

동물용 생화학 분석장치의 측정값 비교 검토

본 실험에 사용된 FUJI DRI-CHEM 3000 기종에 의한 경남지역 해상가두리 양식어류 총 522마리의 혈액 분석 수치에 대한 최저 및 최고치 출현비율을 Table 4에 나타내었다. ALT, LDH, ALP, GLU, TCHO, AST는 해당 장치의 임상자료집에 게재된 분석항목의 최저 및 최고치를 훨씬 넘어서는 수치를 나타내었다. ALB, TP, Hb, CRE는 최저치를 넘어서는 수치를 나타내었으며, TG는 최고치를 넘어서는 수치를 보였다. 이 중에서 유일하게 BUN만이 측정 한계를 벗어나지 않았다. 이들의 측정 한계 수치를 벗어난 출현비율을 조사한 결과, ALB와 ALT가 68%와 66%를 나타내어 매우 높은 비율을 나타내었다. LDH는 42%로 출현비율이 거의 50%에 가까웠다. 그 외, TP, ALP, GLU, TCHO, AST, TG, Hb의 출현빈도는 27~10%의 범주에 들었다. 다만 CRE는 3%로 비교적 낮은 출현빈도를 나타내었다.

분석항목의 측정 한계 수치를 벗어난 출현범위(%)를 근거로 크게 3개의 그룹으로 분류할 수

Table 4. Application of indices of veterinary chemistry analyzer used in the present experiment for hematological parameters (522 samples)

Hematological parameter	Reference range of the analyzer		Actually recorded value of the analyzer		Detectable rate of min. and/or max. in actually recorded value of the analyzer (%)
	Min.	Max.	Min.	Max.	
Albumin (ALB, g/dL)	1.0	6.0	<1.0	1.8	68
Alanine aminotransferase (ALT/GPT, U/L)	10	1000	<10	>1000	66
Lactate dehydrogenase (LDH, U/L)	50	900	<50	>900	42
Total protein (TP, g/dL)	2.0	11.0	<2.0	6.1	27
Alkaline phosphatase (ALP, U/L)	50	3500	<50	>3000	27
Glucose (GLU, mg/dL)	10	600	<10	>600	21
Total cholesterol (TCHO, mg/dL)	50	450	<50	>450	18
Aspartate aminotransferase (AST/GOT, U/L)	10	1000	<10	>1000	14
Triglyceride (TG, mg/dL)	10	500	14	>500	12
Hemoglobin (Hb, g/dL)	4	20	<4.0	13.7	10
Creatinine (CRE, mg/dL)	0.2	16	<0.2	1.2	3
Blood urea nitrogen (BUN, mg/dL)	5	140	7.4	22.7	0

Min., minimum; Max., maximum.

있었다. 분석항목의 측정한계 수치를 벗어난 출현범위가 약 20% (105마리) 까지를 기록한 항목은 GLU, TCHO, AST (GOT), TG, Hb, CRE, BUN, 약 40% (210마리) 까지를 기록한 항목은 LDH, TP, ALP, 약 60% (315마리) 이상을 기록한 항목은 ALB, ALT (GPT)로 나타났다.

고 찰

동물용 생화학 분석장치인 FUJI DRI-CHEM

3000 및 3500 기종은 특수한 조작을 필요로 하지 않고 간편하게 돔류와 점농어의 혈액화학 성분을 측정하는 검사에 이용되어 왔다 (최 등, 2002; 배 등, 2005; 박 등, 2005). 이와 유사한 건식 혈액분석기도 어류의 혈액화학 성분 비교 연구에 오래전부터 이용되었다 (전 등, 1995a, 1995b; 전·김, 1998; 장 등, 2002). 최근 들어 질병의 치료보다 예방에 중점을 두고 양식어류의 사육단계에서 혈액에 의한 양식어류의 건강진단을 목적으로 비교적 간편한 혈액화학 성분을

분석할 수 있는 건식 혈액분석기의 활용도는 매우 높다고 하겠다.

본 연구에서는 양식현장에서 다루기 쉬운 어류 혈장을 이용하였으나 연구자에 따라서는 혈청을 이용할 수도 있을 것이다. Hrubec and Smith (1999)는 어류 혈액화학적 성분은 그 재료로 혈장 및 혈청 어느 쪽을 사용하더라도 분석 항목의 수치에 커다란 차이가 나지 않으며, 혈청은 순환혈액 상태를 정확하게 반영하기 못하기 때문에 오히려 혈장이 유용하다고 보고하였다. 앞으로 어류혈액 검사를 통해 건강도를 평가하고자 하는 연구자는 혈장을 이용하더라도 자료의 신뢰성에는 문제없다고 생각된다.

舞田 (2000b, 2000c)는 사료공급 (MP 및 EP)에 따른 혈장성분의 생리적 변동, 낚시 또는 그 물망으로 채집한 시료의 차이점, 진단 가능한 검사마리수, 항응고제, 어류 크기에 따른 주사기 및 주사바늘 선택 등 어류 혈액검사를 통한 건강진단을 실시할 때 놓치기 쉬운 여러 가지 주의사항에 대하여 보고하였다. 본 실험에서도 대부분 이 보고를 참고하여 자료의 신뢰성을 높이고자 하였으나, 가장 중요한 사항은 어류를 잡은 후에 채혈까지 시간을 최대한 짧게 한다는 사실이다. 왜냐하면 가두리 양식장에서 채혈할 경우 시험어를 잡아서 운반통에 넣고 육상으로 운반하여 채혈하면 스트레스가 현저하게 주어지기 때문에 올바른 진단이 이루어지지 않는다.

본 연구에서는 실제 실험기간 중 해수의 수온 변화를 측정하여 임의로 저수온기 (2월~4월), 수온상승기 (5월~6월), 고수온기 (7월~9월) 및 수온하강기 (10월~11월)로 설정하였으나, 이는 최 등 (2002)이 보고한 6년간 월별의 통영연안 정지 관측자료를 살펴보면 거의 비슷하게 일치하였다. 경남지역에 위치한 가두리 양식장에서는 인간의 사계절과는 달리 저수온기는 겨울, 수온상승기는 봄, 고수온기는 여름 그리고 수온하강기는 가을에 해당된다고 생각한다.

양식어류의 전신상태 및 영양상태의 지표로서는 총단백 (TP) 및 포도당 (GLU)이 대표적이고,

간기능의 지표로서는 총콜레스테롤 (TCHO), 유리콜레스테롤, 인지질 등 지질성분과 트란스아미나제인 GPT (ALT), 알칼리성포스파타제 (ALP) 등 효소활성 그리고 신장기능의 지표로서는 크레아티닌 (CRE), 그 외 요소질소 (BUN)도 빼 수 없는 측정항목이다. 이들 중에서 특히 진단가치가 높은 항목으로서 주목하고 있는 것은 TCHO, 유리콜레스테롤, 인지질, BUN 및 ALP로 양식어류의 이상증세를 관찰하는 성분으로서 유용하다고 한다 (池田·舞田 1993).

舞田 (2000b)는 실제로 양식어류의 혈액검사를 통해 검사의 모델화를 제시하였는데, 사료의 영양결핍과 섭취량이 부족할 경우는 중성지방 (TG), TCHO, ALB가 낮게 나타나고, GLU는 높거나 낮으며, ALP와 BUN은 높았다. 또한 용존산소가 저하하면 TCHO는 낮으며, 아가미 및 신장의 이상증세가 있으면 BUN이 높고, 흡수장애가 있으며 TG, TCHO, GLU, ALB가 낮게 나타났다. 한편 TG 및 CRE는 식후변동에 의한 생리적 변화를 잘 나타내어 혈액검사를 실시할 때 검사 전 반드시 절식이 필요하다고 하였는데, 만약 급이의 영향이 남아 있으면 TG, GLU, TCHO, CRE가 높은 값을 나타내기도 해서 진단에 실수를 주의하여야 한다고 지적하였다. 이러한 성분은 비교적 취급에 의한 스트레스 영향을 받기 어려운데다 냉동 보존한 혈장에서도 측정치에는 거의 영향이 없는 등 건강한 양식어류의 정기적 혈액검사를 실시하기에 적당할 것이다.

돔류는 온수성어종으로 저수온에서는 생리활성이 저하되어 사료를 먹지 않아 어체가 약해져 녹간증, 저수온기 비브리오팀 증세로 겨울에서 수온이 상승하는 봄까지 지속적으로 폐사가 일어난다 (최 등, 2002). 본 연구에서 참돔의 경우 저수온시기에 총단백이 매우 낮게 나타나 사료급이의 불균형으로 인한 영양상태 장애가 발생할 가능성이 있어 특히 사육관리의 주의가 요구되었다. 통상 돔류라고 분류하는 돌돔과 감성돔은 참돔과 거의 비슷한 경향을 나타내었으나 일부 항목에서 서로 다른 값이 출현하기도 하였기

때문에, 금후 시료채집하지 못한 부분의 자료 보강이 이루어진다면 어종별로 보다 상세한 해석이 가능할 것으로 여겨진다.

저수온인 겨울철에 성장이 양호하고 질병이 없는 조피볼락의 경우 저수온시기가 성장의 적수온으로 생각되는데 본 연구에서 에너지원의 이용을 대표하는 GLU 및 TG가 대체로 이 시기에 증가하였다. 특히 고수온시기 GLU가 급격히 저하한 것으로 미루어 급이섭취 불균형으로 인한 영양상태 장애가 추정되었다. 수온하강시기에 ALB, TP, TCHO가 매우 낮았는데 이는 소화관의 장애로 추정되고 먹이를 통한 병원체의 침입경로를 고려하면 실제로 이 시기에 조피볼락의 연쇄구균증이 발병한 사실로 미루어 수온하강시기에 세균성 질병의 감염에 특별히 주의할 필요가 있겠다. 그러나 혈장화학 성분의 항목별 분석값이 어종별로 크게 차이가 나는 것으로 미루어 동일한 가두리에서 서로 다른 적수온기의 어종을 사육하는 형편상 사육관리에 많은 어려움이 있음을 충분히 알 수 있었다. 본 연구에서 조사한 어종별 및 분석항목별로 나타난 값들은 조사어종의 계절별 생리상태를 충분히 반영한다고 생각되나 모든 가두리양식장을 대표할 수는 없다고 추정되어 앞으로 더 많은 샘플을 다양한 조건에서 다루어야 할 것이다.

양식어류는 육상동물과는 달리 수 천마리 단위의 어류 무리가 중심이 되어 혈액검사를 실시할 때 몇 마리의 검체를 이용하면 정확히 진단할 수 있는지 또는 검사결과가 무리전체의 상태를 반영하고 있는지, 과연 수 천마리의 무리 가운데는 다양한 생리상태의 어류가 있고 혈액검사를 하여도 개체차이가 크고 진단이 상당히 어렵기 때문에 항상 논의의 대상이 되어왔다. 본 연구에서 가장 중점을 두고 조사한 내용은 어류의 건강도 평가 등 다양한 실험에서 간편하게 사용되는 FUJI DRI-CHEM 3000 기종의 분석항목 가운데 과연 어떤 항목이 비교적 안정적으로 어류에 이용될 수 있는가를 평가하는 것이었다.

기측에서 측정범위가 프로그램으로 입력되어

있는 간편한 FUJI DRI-CHEM 3000 기종은 시료량이 10 μ l로 통상 사용되는 습식분석기의 시료량 100 μ l에 비하면 매우 적은 양이 소요되어 가측과 달리 어류에서 미량 존재하는 것으로 여겨지는 각 항목별 측정값의 하한 및 상한값이 가지는 문제점을 해결하고자 노력하였다. 즉 제조 회사에 연락하여 본 연구에서 도출된 검사항목의 값들을 근거로 하한 및 상한값의 프로그램의 변경을 시도하였으나 불가능하였다. 물론 FUJI DRI-CHEM 3500 기종을 비롯하여 업그레이드된 시판 동일기종이 이러한 사항을 얼마만큼 개선하였는지에 관하여는 후속 실험을 해보아야 할 것이다. 그러나 본 연구에서 선정하여 조사한 분석항목들은 모두 이미 혈액학적 건강지표로 보고되었을 뿐만 아니라 (池田, 1991; 池田·舞田, 1993; 舞田, 2000a, 2000b, 2000c) 매우 안정적인 분석항목임을 감안한다면, 양식어류 혈액학적 건강도 평가를 위한 FUJI DRI-CHEM 3000의 진단 효율성은 그다지 높다고 평가할 수는 없었다. 그러나 본 실험에서 각 분석항목별로 사용된 FUJI DRI-CHEM 3000과 다른 연구자들이 사용한 건식혈액분석기 및 습식혈액분석기 등을 동일한 조건에서 비교하지 못하였기에 이 기종의 신뢰도를 결정짓기는 성급할지도 모른다.

결론적으로 본 연구와 유사한 건식혈액분석기 (dry chemical system)를 사용하여 어류의 혈액학적 건강진단을 실시할 경우, 분석항목을 올바르게 선택해야만 자료의 신뢰성을 높일 수 있겠으며, 본 연구에서 도출된 수온변동에 따른 양식어종별 방대한 분석항목의 값들은 향후 가두리 양식장에서 사육하고 있는 양식어류의 혈액학적 건강도 평가를 위한 진단지침서 작성을 위한 기초자료로 충분히 활용되었으면 한다.

요 약

본 연구는 동물용 생화학 분석장치를 이용하여 분석한 어류 혈액검사 항목 가운데 적용할 수 있는 분석항목의 활용도를 평가함과 동시에

어류 혈액학적 건강진단에 필요한 분석항목의 참고자료를 얻고자 하였다. 경남 지역의 해상가 두리 어류 양식장에서 사육중인 육안적으로 보아 건강한 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*), 참돔 (*Pagrus major*), 돌돔 (*Oplegnathus fasciatus*) 및 감성돔 (*Acanthopagrus schlegeli*) 총 522마리를 대상으로 hematocrit 와 간편하게 혈액성분을 측정할 수 있는 FUJI DRI-CHEM 3000 기종을 이용하여 혈장화학적 성분 분석을 실시하였다.

Hematocrit (Ht)는 microhematocrit법에 의해 그리고 hemoglobin (Hb), 총단백 (TP), 알부민 (ALB), 알칼리성포스파타제 (ALP), 요소질소 (BUN), 젓산탈수소효소 (LDH), 중성지방 (TG), 총콜레스테롤 (TCHO), 크레아티닌 (CRE), aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), 포도당 (GLU)은 정상범위의 표준자료가 이미 프로그램화되어 장치된 동물용 생화학 분석장치인 FUJI DRI-CHEM 3000 기종을 이용하여 분석하였다. 그 결과, 측정된 Hb와 혈장화학적성분의 실제 값들은 본 기종의 하한 및 상한 한계치를 상당히 벗어났다. 본 장비로부터 분석값을 검출하지 못하였던 비율을 살펴보면, ALB 및 ALT는 68~66%, LDH, TP, ALP 및 GLU는 42~21%, TCHO, AST, TG, Hb 및 CRE는 18~3%의 범위를 나타내었으나, BUN의 분석값은 모두 검출한계를 벗어나지 않았다.

감사의 글

이 연구는 국립수산물과학원 (환경 및 영양성질 병 연구, RP-2006-AQ-035)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고 문헌

- Cataldi, E., Marco, P.D., Mandich, A. and Cataudella, S.: Serum parameters of Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* (Pisces: Acipenseriformes): effects of temperature and stress. *Comp. Biochem. Physiol. Part A*, 121: 351-354, 1998.
- Harikrishanan, R., Rani, C. and Balasundaram, C.: Haematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophyla* infection. *Aquaculture*, 221: 41-50, 2003.
- Hrubec, T. and Smith, S.A.: Differences between plasma and serum samples for the evaluation of blood chemistry values in Rainbow trout, Channal catfish, hybrid Tilapias, hybrid Striped bass. *J. Aqua. Anim. Heal.*, 11: 116-122, 1999.
- Lee, S., Lee, J.H. and Kim, K.: Effect of dietary essential fatty acids on growth, body composition and blood chemistry of juvenile starry flounder (*Palalichthys stellatus*). *Aquaculture*, 225: 269-281, 2003.
- Le Ruyet, J.P., Boeuf, G., Infante, Z., Helgason, S. and Le Roux, A.L.: Short-term physiological changes in turbot and seabream juveniles exposed to exogenous ammonia. *Comp. Biochem. Physiol.*, 119A: 511-518, 1998.
- Peruzzi, S., Varsamos, S., Chatain, B., Fauvel, C., Menu, B., Falguière, J., Sévère, A. and Flik, G.: Haematological and physiological characteristics of diploid and triploid sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., *Aquaculture*, 244: 359-367, 2005.
- Roche, H. and Bogé, G.: In vivo effects of phenolic compounds on blood parameters of a marine fish (*Dicentrarchus labrax*). *Comp. Biochem. Physiol. Part C*, 125: 345-353, 2000.
- Sadler, J., Wells, R.M.G., Pankhurst, P.M. and Pankhurst, N.W.: Blood oxygen transport, rheology and haematological responses to confinement stress in diploid and triploid Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*,

- 184: 349-361, 2000.
- 舞田正志: 養殖魚の血液検査による健康診断マニュアル. 血液検査の意義と計画 養殖 6, 株式会社緑書房, 東京, 日本國, 74-77, 2000a.
- 舞田正志: 養殖魚の血液検査による健康診断マニュアル. 血液検査を行うための基礎的事項 養殖 7月, 株式会社緑書房, 東京, 日本國 82-85, 2000b.
- 舞田正志: 養殖魚の血液検査による健康診断マニュアル. 血液検査の實施手順と結果の判定 養殖 8月, 株式会社緑書房, 東京, 日本國 68-71, 2000c.
- 池田彌生: 血液による養殖魚の健康診断 養殖 12月, 120-122, 株式会社緑書房, 東京, 日本國 1991.
- 池田彌生・舞田正志: 血液による養殖魚の健康診断Ⅱ. 血漿化學成分による診断 養殖 9月, 106-108, 株式会社緑書房, 東京, 日本國 1993.
- 강주찬, 지정훈, 송승엽, 문상욱, 강지웅, 이영돈, 김세재: 양식장 배출물 발효물의 어류 사료 첨가에 따른 넙치, *Paralichthys olivaceus* 의 혈액학적 변동에 미치는 영향. 한국어병학회지, 17(1): 57-66, 2004.
- 박경현, 윤성중, 손상규, 최낙중: 점농어 *Lateolabrax japonicus* 의 혈청생화학적 지수의 계절별 변동. 한국어병학회 춘계 학술발표회 요약집, 84-86, 2005.
- 배에란, 윤희섭, 박철원, 김용구, 최상덕: 전남 바다목장화 해역내 수산자원조성을 위한 연구 III. 야간점등시 감성돔의 혈액학적 반응. 한국양식학회 춘계 학술발표회 요약집, 149-150, 2005.
- 심두생, 전임기, 정승화: 넙치 해상가두리 사육시험에 따른 혈액학적 연구 I. 혈액성상에 대하여. 한국어병학회지, 3(1): 27-38, 1990.
- 심두생, 전임기, 민광식, 이종문: 넙치 해상가두리 사육시험에 따른 혈액학적 연구 II. 혈청 화학지수 및 전해질지수에 대하여. 한국어병학회지, 3(1): 39-50, 1990.
- 심두생, 정승희, 이생동: *Staphylococcus epidermidis* 에 자연감염된 양식 넙치 *Paralichthys olivaceus* 의 혈액지수 변동. 수진 연구보고, 49: 149-155, 1995.
- 장영진, 민병화, 장해진, 허준욱: 해수사육에서 담수사육으로, 담수사육에서 해수사육으로 전환된 감성돔 치어, *Acanthopagrus schlegeli* 의 혈액생리학적 비교. 한국수산학회지, 35(6): 595-600, 2002.
- 전중균, 김형배: 주요 양식어류의 하절기 혈액성분 비교. 한국양식학회지, 11(4), 547-556, 1998.
- 전중균, 김병기, 허형택: 어류 혈액 성분의 저장 안정성. 한국수산학회지, 28(2), 131-136, 1995a.
- 전중균, 김병기, 박용주, 허형택: 주요 양식어류의 혈액 성분과 관련 연구. 한국수산학회지, 28(2), 123-130, 1995b.
- 정승희, 심두생: 병원성 세균에 자연감염된 양식 넙치, *Paralichthys olivaceus* 에 대한 혈액학적 연구. 수진연구보고, 46: 151-160, 1992.
- 조규석, 민은영, 강주찬: HCB 와 PCBs 에 노출된 나일틸라피아, *Oreochromis niloticus* 의 혈액성분 변화. 한국수산학회지, 35(2): 110-114, 2002.
- 최혜승, 박승렬, 정춘구: 저수온기 돌류의 녹간증 혈청성분. 한국어병학회지, 15(1): 43-48, 2002.

Manuscript Received : October 20, 2006

Revision Accepted : December 15, 2006

Responsible Editorial Member : Ju-Chan Kang

(Pukyong Univ.)