

주요 양식어류의 하절기 혈액성분 비교

전중균 · 김형배*

강릉대학교 생명과학대학 해양생명공학부
*한국해양연구소 해양생물연구부

Comparison in Serum Constituents of Cultured Marine Fishes in Early Summer Season

J. K. Jeon and H. B. Kim*

Fac. of Marine Biosci. & Technol., Coll. of Life Sci., Kangnung Nat. Univ.,
Kangnung 210-702, Korea

*Div. of Marine Biology, Korea Ocean Research & Development Institute, Ansan 425-600, Korea

This study was performed to obtain the basic data on the serum constituents of several marine fish species commonly cultured in Korea. Blood samples taken from six species of fish were analyzed for various components of serum, total protein (TP), albumin (ALB), triglyceride (TRIG), cholesterol (CHOL), glucose (GLC), lipase (LIPA), amylase (AMYL), aspartate transaminiferase (AST), sodium (Na), potassium (K), chloride (Cl) and phosphorus (PHOS). The fish used were coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), rock fish (*Sebastes schlegeli*), sea bass (*Lateolabrax japonicus*), olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*) and jack mackerel (coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), rock fish (*Sebastes schlegeli*), sea bass (*Lateolabrax japonicus*), olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*) and jack mackerel (*Trachurus japonicus*) reared at the Chungmu Experimental Fish Culture Station of KORDI when the water temperature was ca. 16.5°C.

There were significant differences in TRIG, CHOL, GLC, LIPA and AMYL among the species analyzed. TRIG concentration were ranged 178~180 mg/dl in jack mackerel and rock fish, 126~159 mg/dl in olive flounder and sea bass, and 102~114 mg/dl in coho salmon and parrot fish, respectively. Jack mackerel showed the highest levels in CHOL (255 mg/dl) and GLC (138 mg/dl) among species. LIPA levels were recorded 256 U/dl in coho salmon, 41~42 U/dl in parrot fish and rock fish, and 5~11 U/dl jack mackerel and sea bass, respectively. AMYL activity of coho salmon was measured as 2,665 U/dl, and that of jack mackerel was 1,210 U/dl while sea bass showed 60 U/dl and parrot fish, olive flounder and rock fish had at most 5 U/dl. On the other hand, there was no significant difference in the concentration of Na and Cl. Na and K were proved that they were negatively correlated in all the species.

Generally, among blood components, PHOS and CHOL levels were different depending on environmental temperature of each fish species, especially in olive flounder. Rock fish and parrot fish showed high blood concentration of those components during low temperature period while olive flounder and jack mackerel reached high level during their optimal environmental temperature period. The electrolyte concentration and LIPA activity were high during low water temperature period, in general, but TP and ALB concentrations were high during optimal temperature period. The concentrations of TRIG, CHOL and GLC, those which were used as energy sources, were different among species by season.

Key words : Summer season, Cultured marine fish, Serum constituents

서 론

최근 국민 식생활 향상에 힘입어 양질의 해산 어류의 수요가 급증하면서 해산 가두리 양식도 매우 활발하게 이루어지고 있다. 외국에서는 어류의 영양관리, 질병 예방 및 수질 변화에 따른 스트레스 해석 차원에서 어류의 혈액 성분을 이용하는 연구(Harbell et al., 1979; Ikeda & Minami, 1982; Quentel & Aldrin, 1986; Perez et al., 1988; Santulli et al., 1988; Peterson, 1990; Rand & Cone, 1990; Arnold-Reed & Balment, 1991; Brill et al., 1992; Haney et al., 1992)가 많은데 비해서, 우리 나라에서는 그렇지 못한 실정이다.

더욱이 혈액 성분은 같은 어종이라도 서식 환경(계절, 수온)이나 성숙 주기에 따라서 변하기 때문에(Nakagawa et al., 1977; Siddiqui, 1977a, 1977b; Zaprudnova & Martem'yanov, 1988; Finstad et al., 1989; Ferrer et al., 1994), 본 연구에서는 국내에서 많이 생산하고 있는 몇 종의 해산 어류를 대상으로 혈액 성분과 관련 기초자료를 확보하기 위한 연구의 일환으로 전보(Jeon et al., 1995)에 이어 비교적 적온을 유지하는 하절기에 혈액성분을 분석하였기에, 이하 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

대상 어종

본 실험에서는 한국해양연구소 충무 현장의 해상 가두리에서 생사료로 사육 중이던 조피볼락(*Sebastes schlegeli*, 평균 553 g, n=10), 농어(*Lateolabrax japonicus*, 평균 325 g, n=3), 넙치(*Paralichthys olivaceus*, 평균 390 g, n=7), 돌돔(*Oplegnathus fasciatus*, 평균 490 g, n=10), 전갱이(*Trachurus japonicus*, 평균 438 g, n=8) 및 냉수성 어종인 은연어(*Oncorhynchus kisutch*, 평균 체중 1,750 g, n=10)를 사용하였다. 사육하는 동안 사료는 체중의 1.5~1.8%의

범위에서 1 일 2 회 공급하였다.

채혈과 분석

어류의 채혈은 1995년 6월 중순에 실시하였으며, 이 때의 수온은 16.5°C 정도였다. 각 어류는 채혈하기 전날 저녁(17:00 시)에 생사료를 공급한 뒤 다음날 오전 9시 채혈 작업을 하기까지 절식시켰다. 각 개체를 마취시키지 않은 상태로 가두리에서 신속하게 꺼낸 다음, 즉시 꼬리 동맥으로 부터 헤파린 처리하지 않은 주사기로 채혈하여 일반 원심관($\phi 12 \times 75$ mm)에 담아 상온에서 약 30분간 자연 응고시키고 나서 원심분리(3,000 rpm, 20 분)하여 혈청을 얻었다. 이 혈청은 eppendorf형 소형 tube (250 μ l 용)에 옮겨 Iso-Therm-System (Eppendorf, Germany)에 담아 동결상태를 유지하면서 연구소로 운반하였고, 운반 후에는 즉시 혈액분석기(Ektachem DT II analyzer, Eastman Kodak Co., U.S.A.)를 사용하여 총단백질(total protein, TP), 알부민(albumin, ALB), 중성 지방(triglyceride, TRIG), 콜레스테롤(cholesterol, CHOL), 포도당(glucose, GLC), 나트륨(sodium, Na), 칼륨(potassium, K), 염소(chloride, Cl), 인(phosphorus, PHOS), 리파제(lipase, LIPA), 아밀라제(amylase, AMYL), 아미노산 전이효소(aspartate transaminase, AST)를 분석하였다.

통계 처리

모든 측정값은 Statistical Analysis System (SAS) Procedure로 처리하였고, 어종별 및 계절별 각 혈액성분의 유의성 검정은 Duncan's Multiple Range Test로 하였다.

결 과

총단백질(TP)과 알부민(ALB) 농도

조여름의 비교적 온화한 수온(이하 '적수온기'라 함)에서 성장 중인 어류의 혈중 TP와 ALB 농도는 Fig. 1과 같다. 이들 어류의 TP 함량은

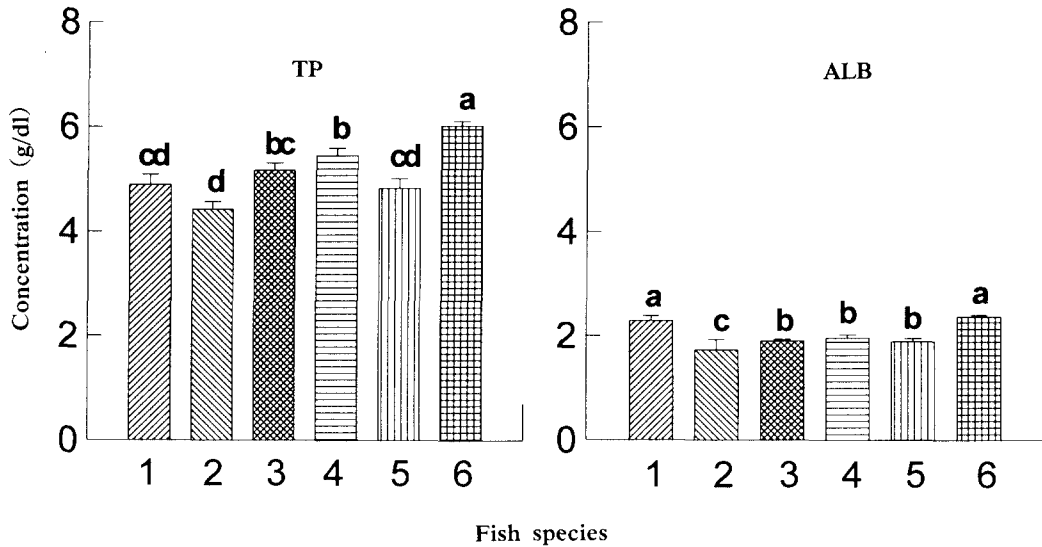


Fig. 1. Concentrations of total protein (TP) and albumin (ALB) in the serum of cultured fishes in early summer season.

4.4~6.0 g/dl의 수준으로서 각 어종 간에는 유의적인 차이가 있어 전갱이(6.0±0.1 g/dl)가 가장 높았고 이어서 넙치와 농어(5.2~5.5 g/dl), 은연어와 돌돔(4.8~4.9 g/dl), 조피볼락(4.4 g/dl)의 순서였다. 이 수준은 다른 경골 어류의 4~7 g/dl과 유사한 수준이었지만(Turner, 1937; Yanagisawa and Hashimoto, 1984), 저수온기의 2.9~5.1 g/dl(Jeon et al., 1995)에 비해서는 높았다. 그리고 ALB 함량은 1.7~2.4 g/dl의 수준이었고 어종간에 유의적인 차이가 있었다. 즉, 전갱이와 은연어가 2.3~2.4 g/dl로 가장 높았고 이어서 넙치, 농어, 돌돔(1.9~2.0 g/dl), 조피볼락(1.7 g/dl)의 순서였다. 한편, 알부민과 글로부린의 비(A/G ratio)는 은연어(0.9)를 제외한 나머지는 0.6 정도로 거의 비슷하였다.

중성지방(TRIG)과 콜레스테롤(CHOL) 농도

지질 성분인 TRIG 와 CHOL의 어종별 혈중 농도는 Fig. 2와 같다. 혈중 TRIG 농도는 각 어종간에 유의적인 차이가 있어 전갱이와 조피볼락(178~180 mg/dl)이 가장 높았고, 은연어와 돌

돔(102~114 mg/dl)이 가장 낮았으며 넙치와 농어(126~159 mg/dl)는 그 중간 수준이었다. 그리고 CHOL 농도는 전갱이가 255 mg/dl로 가장 높았고 이어서 농어(230 mg/dl)와 넙치, 은연어(206~217 mg/dl), 조피볼락(154 mg/dl)의 순서였으며 돌돔이 가장 낮아 88 mg/dl의 수준을 보였다. 특히 넙치는 저수온기에 TRIG 농도가 484 mg/dl로 다른 어종에 비해 높았던 것이 적수온기에는 그 1/3 수준인 159 mg/dl에 지나지 않았고, CHOL 함량은 이와는 반대로 저수온기에 121 mg/dl로 조사 대상 어류 중 가장 낮았던 것이 적수온기에는 217 mg/dl로 약 2 배 가량 증가하였다.

한편 이들 두 성분의 합은 전갱이(약 430 mg/dl)가 가장 많았고, 이어서 넙치(약 376 mg/dl), 농어(약 356 mg/dl), 조피볼락(약 330 mg/dl), 은연어(약 300 mg/dl), 돌돔(약 200 mg/dl)의 순서대로 적었으며, 저수온기의 순서와 변함이 없었다.

혈당(GLC) 농도

어종별 혈당(GLC)의 농도는 Fig. 3과 같다.

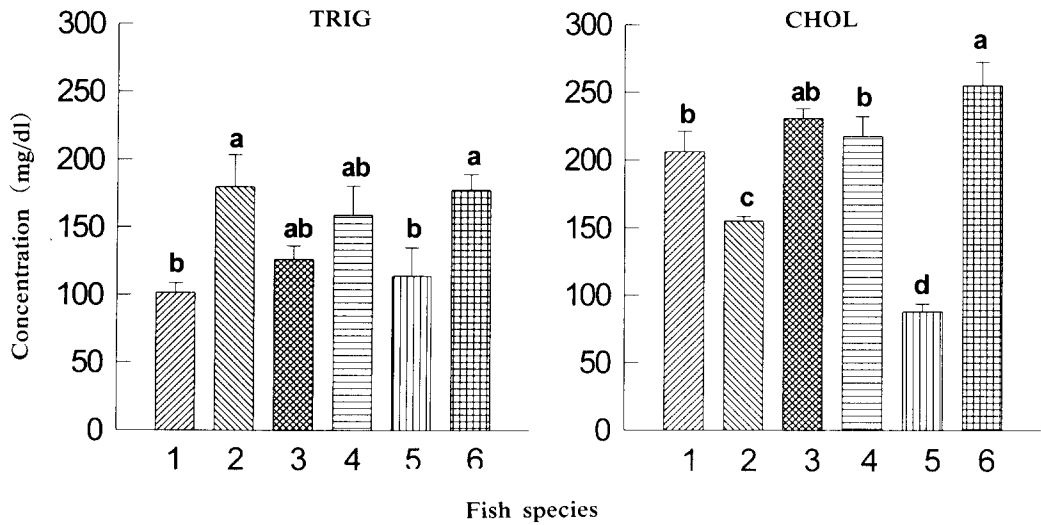


Fig. 2. Concentrations of triglycerides (TRUG) and cholesterol (CHOL) of the serum of cultured fishes in early summer season (1-6 of fish species refer to Fig. 1).

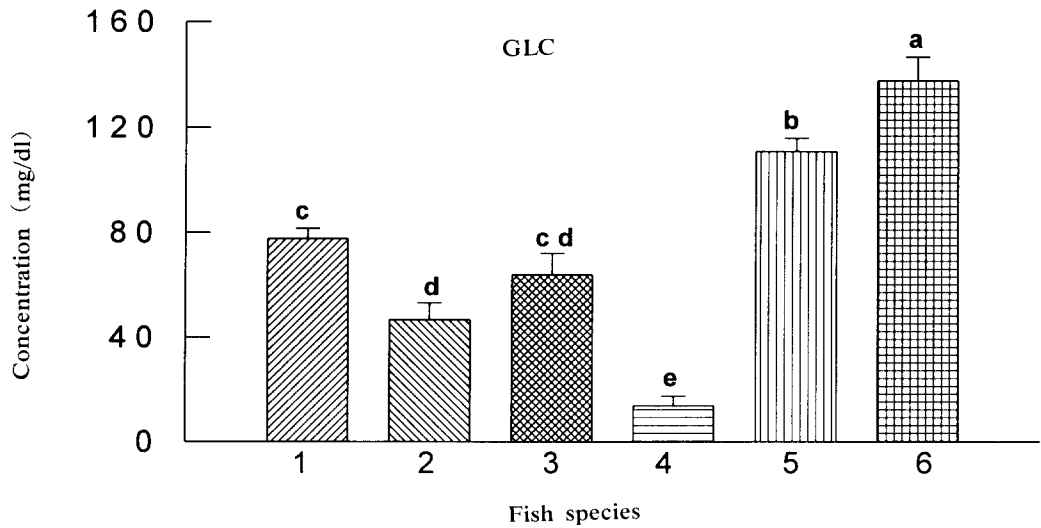


Fig. 3. Concentration of glucose (GLC) of the serum of cultured fishes in early summer season (1-6 of fish species refer to Fig. 1).

GLC 농도는 어종에 따라 유의적인 차이를 보여 전갱이(138 mg/dℓ)가 가장 높았고 이어서 돌돔(111 mg/dℓ), 은연어나 농어(64~78 mg/dℓ), 조

피볼락(47 mg/dℓ), 넙치(14 mg/dℓ)의 순서였다. 전갱이를 제외한 나머지 어종에서 GLC의 분포는 TRIG와 반대되는 경향을 보였다.

소화효소의 활성

지질분해효소(LIPA)와 당질분해효소(AMYL)의 어종별 활성은 Fig. 4와 같다. 이들 효소의 활성은 어종간에 유의적으로 큰 차이를 보여, LIPA의 경우, 은연어(256 U/dl)가 가장 높았고, 돌돔과 조피볼락(41~42 U/dl), 전갱이와 농어(5~11 U/dl)의 순서였다. 한편 AMYL의 활성도 은연어가 2,665 U/dl로 가장 높았고, 전갱이(1,210 U/dl), 농어(60 U/dl)의 순서였으며, 돌돔과 넙치와 조피볼락에서는 검출 한계치(5 U/dl) 보다 낮았다. 그리고 LIPA의 활성은 TRIG의 농도와 높았던 전갱이에서 가장 낮았고, TRIG 농도가 가장 낮았던 은연어에서 가장 강하였다.

무기질 농도

무기질의 어종별 분포는 Fig. 5와 같다. Na 와 Cl 농도는 각각 161~192 mmol/l, 142~164 mmol/l의 수준이었으며, 농어를 제외하고는 돌돔(192 mmol/l, 164 mmol/l)이 가장 높았고, 다음으로는 조피볼락과 넙치와 전갱이(164~171

mmol/l, 151~152 mmol/l)이었으며 은연어(162 mmol/l, 142 mmol/l)가 가장 낮아 같은 경향을 보였다. 하지만 농어의 경우에는 Na 농도는 조사 대상 중 가장 낮은 161 mmol/l인데 반해서 Cl 농도는 가장 높아 163 mmol/l이나 되었다. 이들의 농도는 다른 경골 어류의 150~200 mmol/l(Na)과 150~180 mmol/l(Cl)의 수준에 속하였다(Ozaki, 1978).

한편 K 농도는 전반적으로 0.5~5.3 mmol/l의 수준이었고, 어종 간에 유의적인 차이를 보여 넙치와 은연어(3.3~5.3 mmol/l), 돌돔과 조피볼락과 전갱이(1.7~2.0 mmol/l), 농어(0.5 mmol/l)의 순서대로 Na 농도와는 상반되는 경향을 보였지만 그 농도는 기존의 보고(Ozaki, 1978)와 비슷하였다.

P 농도는 8.7~16.8 mmol/l의 범위로 어종에 따라 유의적인 차이를 보여, 넙치와 은연어(15.8~16.8 mmol/l)가 가장 높고, 농어(14.7 mmol/l), 조피볼락과 돌돔(10.3~10.5 mmol/l), 전갱이(8.7 mmol/l)의 순서대로 작았다.

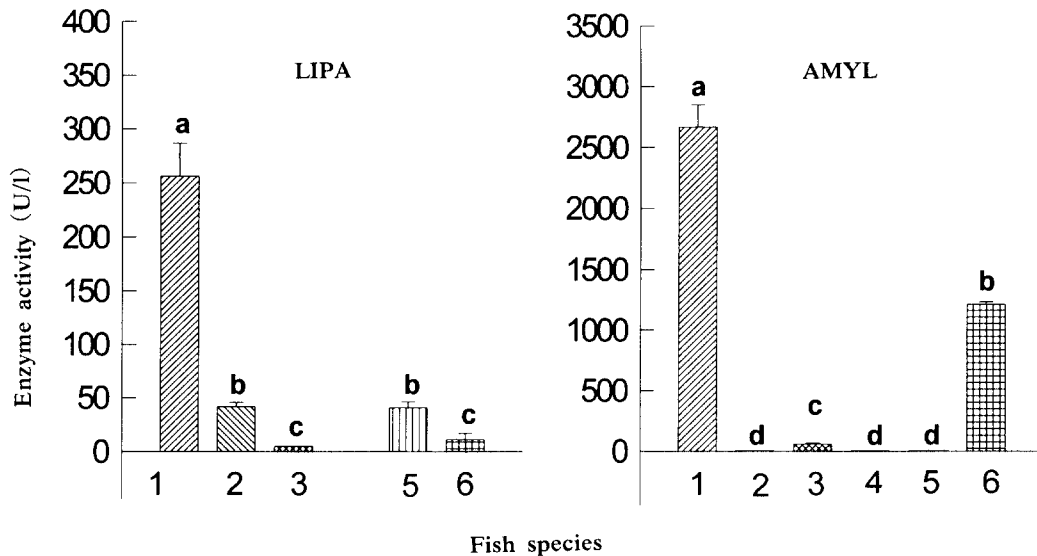


Fig. 4. Activities of lipase (LIPA) and amylase (AMYL) in the serum of cultured fishes in summer season (1-6 of fish species refer to Fig. 1).

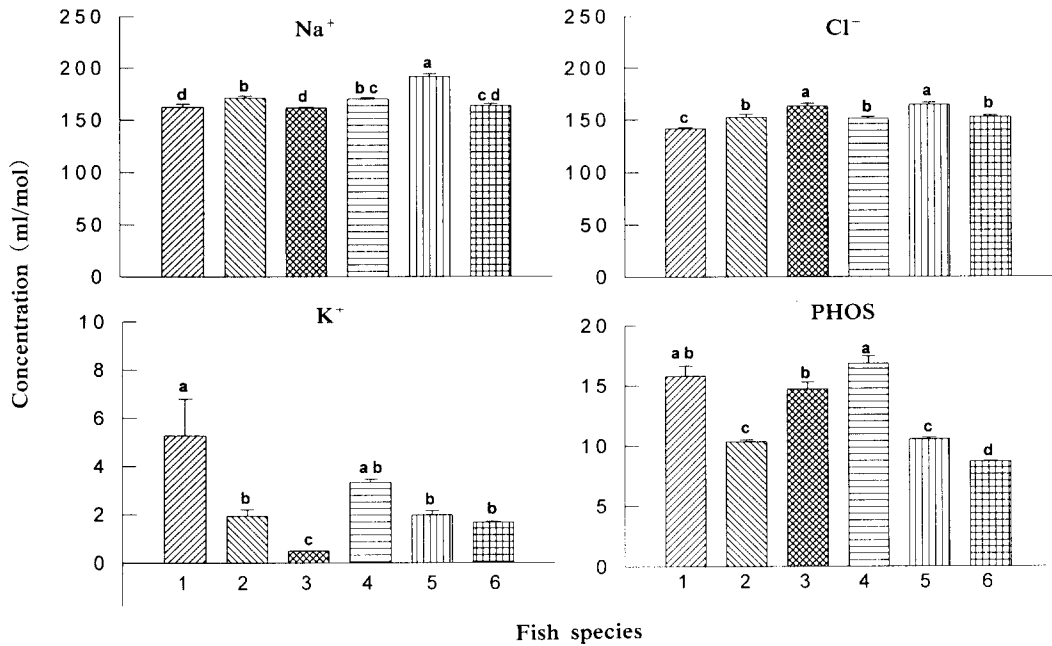


Fig. 5. Concentrations of sodium (Na⁺), chloride (Cl⁻), potassium (K⁺) and phosphorus (PHOS) in the serum of cultured fishes in early summer season (1-6 of fish species refer to Fig. 1).

아미노산 전이효소(AST)의 활성

이 밖에 AST(또는 GOT)의 어종별 농도를 조사하였으며(미발표 자료), 어종별로는 은연어가 가장 높아 255 U/l이었고, 넙치와 전갱이는 65~79 U/l의 수준이었으며 우럭, 농어, 돌돔은 21~27 U/l의 활성을 나타내었다.

혈액 성분의 계절적 차이

이번에 조사한 결과를 저수온기에 측정된 것 (Jeon et al., 1995)과 비교하여, 어종별로 각 성분 농도에 유의적인 차이가 있는지를 검토하여 그 결과를 Table 1에 정리하였다.

대개의 어종은 저수온기보다 적수온기에서 TP

Table 1. Significant differences in serum constituents of cultured marine fishes between low-temperature period and optimum-temperature period

Constituents	TP	ALB	TRIG	CHOL	LIPA	GLC	Na	Cl	K	P
Fish species										
Coho salmon	**○	*○	—	—	—	—	—	—	—	***●
Rockfish	—	—	—	*●	**●	—	*●	***●	—	***●
Sea bass	—	—	—	***●	**●	—	—	***○	—	***●
Olive flounder	***○	***○	***●	**○	—	—	**●	—	—	***○
Parrot fish	—	—	—	**●	***●	**○	*●	*●	—	***●
Mackerel	**○	**○	*○	*○	—	—	—	—	*●	—

* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001, — : no significant difference.

○ : higher value in optimum-temp. period than those in low-temp. period

● : higher value in low-temp. period than those in optimum-temp. period

와 ALB 농도가 높았고, 전해질 농도는 반대로 대부분 저수온기에서 더 높았다. 혈액 성분 중에서 GLC 농도는 서식 수온에 크게 영향받지 않고 일정한 수준을 유지하는 것으로 보이며, 반대로 CHOL과 PHOS 농도는 차이가 크다고 여겨진다.

고 찰

경골 어류의 TP 농도는 대개 4~7 g/dl의 수준 (Turner, 1937; Yanagisawa and Hashimoto, 1984)이며, 이 농도는 성장(Bentinck et al., 1987), 연령(Fasaic and Palackova, 1990), 성별(Raizada et al., 1984), 계절(Nakagawa et al., 1977; Siddiqui, 1977a; 1977b), 감염(Harbell et al., 1979; Ikeda and Minami, 1982; Quentel and Aldrin, 1986), 운동량(Xu and Cao, 1989), 섭이 상태나 수질 환경(Byrne et al., 1989; Weber, 1979; Yamawaki et al., 1986), 스트레스(McLeay and Brown, 1979) 등에 따라서 차이가 난다.

저수온기에 혈중 농도가 4.5~5.1 g/dl로 타 어종에 비해 높았던 농어나 돌돔과 조피볼락은 적수온기에도 TP 농도가 거의 변하지 않았지만, 전갱이와 넙치와 은연어는 저수온기에 비해 적수온기가 되면서 유의적인 차이($p < 0.01 \sim p < 0.001$)를 보일만큼 증가하여 오히려 다른 어종보다 농도가 높았다. ALB 농도도 TP 농도와 마찬가지로 경향을 보였는데, 즉 저수온기에 농도가 높았던 농어나 돌돔과 조피볼락(1.6~1.9 g/dl)은 적수온기가 되어서도 증가하지를 않았지만 은연어나 넙치와 전갱이는 수온 상승과 함께 ALB의 생합성이 저수온기에 비해 유의적($p < 0.05 \sim p < 0.001$)으로 많아졌다. 은연어는 다른 어종들에 비해 A/G ratio가 높았다. 이것으로 은연어, 넙치, 전갱이는 서식 수온에 의해 단백질 대사가 크게 영향을 받으며, 적정 서식 수온의 범위 안에서는 상대적으로 수온이 높을수록 단백질 대사가 활발해진다는 것을 알 수가 있다.

한편, 어류의 에너지원으로는 당질과 지질이 주로 이용되므로 혈중의 당질 또는 지질의 농도는 에너지원과의 연관성에서 의미가 있어 중요하다. 그리고 당질(GLC)과 지질(TRIG)을 에너지로 활용하기 위해서는 이들을 가수분해하는 AMYL과 LIPA가 필요하므로 이들 효소의 활성도 고려할 필요가 있다. 일반적으로 어종에 따라 사용하는 에너지원이 달라서, 잡식성인 잉어는 당질의 이용 성능이 크지만 대부분의 해산어류가 속한 육식성 어류는 당질분해효소의 활성이 낮은데다가 해당 작용(glycolysis)이 약하거나 당신생작용(gluconeogenesis)이 강하기 때문에 지질을 중요한 에너지원으로 활용한다(Ogino, 1980).

금번에 어종별로 에너지원으로 활용할 수 있는 성분의 농도를 조사하였더니 전갱이는 TRIG와 CHOL 및 ALC 농도가 모두 높았고, 돌돔은 TRIG와 CHOL 농도는 가장 낮았지만 ALC 농도가 높았으며, 조피볼락은 TRIG, 농어는 CHOL, 넙치는 TRIG와 CHOL, 은연어는 CHOL과 GLC가 각각 상대적으로 높았다. 그리고 분해효소인 LIPA의 활성은 저수온기의 경향 (Jeon et al. 1995)과 거의 비슷하여 은연어가 가장 높았고 넙치가 가장 낮았으며, AMYL 활성은 LIPA 활성이 큰 은연어가 가장 높았고 LIPA 활성이 미약하였던 전갱이와 농어에서는 어느 정도 활성이 있었지만 LIPA 활성이 확인된 돌돔과 조피볼락에서는 거의 확인되지 않았다. 더욱이 조피볼락과 넙치는 저수온기에도 AMYL 활성이 검출되지 않았기에, 이들 두 어종은 당질보다는 지질을 주요 에너지원으로 이용하는 것으로 여겨진다. 실제 이들 두 어종에서 TRIG 농도가 비교적 높게 검출된 점이 이런 사실을 뒷받침하고 있다. 그리고 은연어와 전갱이는 TRIG와 GLC 농도 및 LIPA와 AMYL 활성으로 판단하면 TRIG와 GLC를 주요 에너지원으로 하는 것으로 여겨진다.

한편, 이온 상태로 존재하면서 삼투압 조절이나 산-염기 평형에 관여하는 무기질은 대부분의 어종은 Na 농도가 Cl 농도에 비해 약간 높은 수준이

었으나 농어는 두 무기질의 농도가 거의 비슷하였으며, 어종별 농도는 돌돔>전갱이,넙치,조피볼락>은연어의 순으로서 두 이온의 경우가 거의 같았다. 하지만 K 농도는 이들과는 달리 은연어>넙치>돌돔,조피볼락,전갱이의 순서였으며, 이것도 Na와 Cl 농도와 마찬가지로 저수온기에서 더욱 높아 수온에 따라 유의적인 차이가 있었다. 이것은 서식 수온에 따라 전해질의 농도, 다시 말해 삼투압이 변한다는 것을 말해주는 것으로 어류는 수온이 낮아지면 체내의 전해질이 주변 환경수로 빠져 나가지 못하도록 체내에 보관하기 때문이다 (Yamaguchi, 1991). 한편 PHOS 농도의 어종별 순위는 K 농도의 경우와 비슷하여 넙치,은연어>돌돔,조피볼락,전갱이의 순이었고, 넙치의 경우를 제외하고는 역시 저수온기일 때가 유의적으로 더욱 높았다. 특히 다른 무기질과는 달리 PHOS 농도는 저수온기일 적에 더욱 높았던 것은 에너지원으로서의 phosphagen의 생성과 관련이 있을지 모른다. 그리고 저수온기에는 PHOS 농도가 TRIG 농도와 반대 경향을 보였지만 적수온기에는 이런 경향이 뚜렷하지 않았다.

각종 혈중 성분의 농도의 서식수온(또는 계절)에 따른 유의차를 조사하였더니, 성분 중에서는 PHOS와 CHOL 농도가 차이가 큰 반면에 K와 GLC 농도는 큰 차이를 보이지 않았으며, 어류 중에서는 넙치가 가장 큰 차이를 보였다. 특히, 조피볼락이나 돌돔은 저수온에서 혈중 농도가 높았고, 넙치나 전갱이처럼 온수성 어종인 경우에는 적수온기에서 혈중 농도가 대체로 높았다. 하지만 냉수성 어종인 은연어의 경우에 저수온기보다 적수온기에서 더 농도가 높았던 것은 저수온기와 적수온기의 수온이 서식 온도 범위에 들기 때문에, 적온 범위 안에서는 높은 온도에서 대사가 더욱 활발하게 일어나기 때문이다.

그리고 전해질과 LIPA 활성은 대체로 저수온기에서 더욱 농도가 높았지만, TP와 ALB 등은 적수온기에서 더 높았으며, 에너지원으로 쓰이는 TRIG나 CHOL, GLC 농도의 계절에 따른 차이는 어종에 따라 달랐다.

요 약

주요 해산 양식어류의 혈액 성분에 관한 기초 자료를 얻기 위하여, 적수온기(수온 16.5°C)에 조피볼락(*Sebastes schlegeli*, 평균체중 553 g), 농어(*Lateolabrax japonicus*, 평균체중 325 g), 넙치(*Paralichthys olivaceus*, 평균체중 390 g), 돌돔(*Oplegnathus fasciatus*, 평균체중 490 g), 은연어(*Oncorhynchus kisutch*, 평균체중 1,750 g) 및 전갱이(*Trachurus japonicus*, 평균체중 438 g)를 사용하여 꼬리 정맥에서 채혈하여 혈청 중의 총단백질(TP), 알부민(ALB), 중성 지방(TRIG), 콜레스테롤(CHOL), 포도당(GLC), 리파제(LIPA), 아밀라제(AMYL), 아미노산전이효소(AST), 나트륨(Na), 칼륨(K), 염소(Cl), 인(PHOS) 등을 측정하였다.

TP 농도는 4.4~6.0 g/dl의 수준이었으며, ALB 농도는 1.7~2.4 g/dl의 수준이었다. A/G 비는 은연어가 0.9로 가장 높았고 나머지는 0.6 정도로 비슷하였다. 지질 성분 중 TRIG 농도는 어종에 따라 유의적인 차이를 보여, 전갱이와 조피볼락(178~180 mg/dl)이 가장 높았고, 은연어와 돌돔(102~114 mg/dl)이 가장 낮았으며 넙치와 농어(126~159 mg/dl)는 그 중간 수준이었다. 그리고 CHOL 농도도 전갱이가 255 mg/dl로 가장 높았고 이어서 농어(230 mg/dl)와 넙치, 은연어(206~217 mg/dl), 조피볼락(154 mg/dl)의 순서였으며 돌돔이 가장 낮아 88 mg/dl의 수준을 보여 유의적인 차이가 있었다. 어종별 혈당(GLC)의 농도는 전갱이(138 mg/dl)가 가장 높았고 돌돔(111 mg/dl), 은연어나 농어(64~78 mg/dl), 조피볼락(47 mg/dl), 넙치(14 mg/dl)의 순서였다. 지질분해효소(LIPA)와 당질분해효소(AMYL)의 어종별 활성은 어종간에 유의적인 차이를 보여, 은연어는 LIPA와 AMYL 활성이 모두 가장 높았지만 농어는 가장 낮았으며, 돌돔과 넙치와 조피볼락에서 AMYL 활성은 검출 한계치(5 U/dl) 이하였다. 그리고 무기질의 Na와 Cl의 농도는 유사한 수준이었으며, Na 농도와 K 농도

는 서로 상반되는 경향이였다.

각종 혈중 성분의 계절적인 차이를 조사하였더니, PHOS와 CHOL 농도는 계절적인 영향이 컸지만, K와 GLC 농도는 큰 차이를 보이지 않았고, 어류 중에서는 넙치가 큰 차이를 보였다. 즉, 넙치나 전갱이는 적수온기에서 혈중 농도가 높았지만 조피볼락이나 돌돔은 저수온에서 혈중 농도가 높았다. 전해질과 LIPA 활성은 대체로 저수온기에서 농도가 높았으나, TP와 ALB 등은 적수온기에서 더 높았고, 에너지로 쓰이는 TRIG나 CHOL, GLC 농도의 계절에 따른 차이는 어종에 따라 달랐다.

참 고 문 헌

- Arnold-Reed, D. E. and R. J. Balment, 1991. Salinity tolerance and its seasonal variation in the flounder, *Platichthys flesus*. Comp. Biochem. Physiol. A, 99A : 145-149.
- Bentinck S. J., M. H. Bealeu, P. Waterstrat, C. S. Tucker, F. Stiles, P. R. Bowser and L. A. Brown, 1987. Biochemical reference ranges for commercially reared channel catfish. Prog. Fish Cult., 49 : 108-114.
- Brill, R. W., P. G. Bushnell, D. R. Jones and M. Shimizu, 1992. Effects of acute temperature change, *in vivo* and *in vitro*, on the acid-base status of blood from yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). Can. J. Zool., 70 : 654-662.
- Byrne, P., D. Speare and H. W. Ferguson, 1989. Effects of a cationic detergent on the gills and blood chemistry of rainbow trout *Salmo gairdneri*. Dis. Aquat. Org., 6 : 185-196.
- Fasaic, K. and J. Palackova, 1990. Total protein and serum fraction values in two-year carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Biol. Iugosl. E. Ichthyol., 22 : 23-30.
- Ferrer, M., J. A. Amat and J. Vi uela, 1994. Daily variations of blood chemistry values in the chinstrap penguin (*Pygoscelis antarctica*) during the Antarctic summer. Comp. Biochem. Physiol. 107A : 81-84.
- Finstad, B., K. J. Nilssen and A. M. Arnesen, 1989. Does the Arcti charr (*Salvelinus alpinus*) exhibit a seasonal change in seawater tolerance? Aquaculture, 82 : 383-384.
- Harbell, S. C., 1979. Studies on the pathogenesis of vibriosis in coho salmon *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum). J. Fish Dis., 2 : 391-404.
- Haney, D. C., D. A. Hursh, M. C. Mix and J. R. Winton, 1992. Physiological and haematological changes in chum salmon artificially infected with erythrocytic necrosis virus. J. Aquat. Anim. Health, 4 : 48-57.
- Ikeda, Y. and T. Minami, 1982. Hematological and hemochemical assessment on streptococcal infection in cultured yellowtail. Nisuishii, 48 : 1383-1388.
- Jeon, J. K., P. K. Kim, Y. J. Park and H. T. Huh, 1995. Study of serum constituents in several species of cultured fish. J. Korean Fish. Soc., 28(2) : 123-130. (in Korean)
- McLeay, D. J. and D. A. Brown, 1979. Stress and chronic effects of untreated and treated bleached kraft pulpmill effluent on the biochemistry and stamina of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). J. Fish. Res. Board Can., 36 : 1049-1059.
- Nakagawa, H., M. Kayama and K. Ikuta, 1977. Electrophoretic evidence of seasonal variation of carp plasma albumin. J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., 16 : 99-106.
- Ogino, J., 1980. Fish Nutrition and Feeds. New Fishery Series 14, pp.335. Koseisha-koseigaku. Tokyo. (in Japanese)
- Perez, J., S. Zauny and M. Carrillo, 1988. Effects of diet and feeding time on daily variations in plasma insulin, hepatic c-AMP and other metabolites in a teleost fish, *Dicentrarchus labrax* L. Fish Physiol. Biochem., 5 : 191-197.
- Peterson, M. S., 1990. Hypoxia-induced physiological changes in two mangrove swamp fishes : Sheephead minnow, *Cyprinodon variegatus* Lacepede and sailfin molly, *Poecilia latipinna* (Lesueur). Comp. Biochem. Physiol. A., 97A : 17-21.
- Quentel, C. and J. Aldrin, 1986. Blood changes in catheterized rainbow trout (*Salmo gairdneri*) intraperitoneally inoculated with *Yer-*

- sinia ruckeri*. Aquaculture, 53 : 169-185.
- Raizada, M. N., K. K. Jain and S. Raizada, S. 1984. A study of the biochemical constituents of blood of a freshwater teleost, *Cirrhinus mrigala* (Ham.). Comp. Physiol. Ecol., 9 : 146-148
- Rand, T. G. and D. K. Cone, 1990. Effects of *Ichthyophonus hoferi* on condition indices and blood chemistry of experimentally infected rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Wildl. Dis., 26 : 323-328.
- Santulli, A., A. Curatolo, A. Modica and V. D'Amelio, 1988. Time-course changes of plasma lipid levels and lipoprotein pattern after feeding in cultured sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. J. Fish Biol., 32 : 859-867.
- Siddiqui, N., 1977a. Seasonal, size and comparative study of plasma proteins of four airbreathing freshwater fishes. Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B., 85 : 384-390.
- Siddiqui, N., 1977b. Changes in blood plasma mineral concentration with feeding spawning and size of air-breathing catfish (*Clarias batrachus*). Zool. Jahrb., 81 : 83-89.
- Turner, A. H., 1937. Serum protein measurements in the lower vertebrates. II. In marine teleosts and elasmobranchs. Biol. Bull., 73 : 511-526.
- Weber, L. J., 1979. The effect of carbon tetrachloride on the total plasma protein concentration of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Comp. Biochem. Physiol. 64C : 37-42.
- Xu, P. and C. Cao, 1989. On hematology of the blood of fishes cultured in the lake pen. China Shuichan Xuebao, 13 : 346-352.
- Yamaguchi, K., 1991. Mineral of Marine Organism and Its Function. Marine Biochemistry, Yamaguchi K. ed., pp. 72-79. Univ. of Tokyo Press, Tokyo. (in Japanese)
- Yanagisawa, T. and K. Hashimoto, 1984. Plasma albumins in elasmobranchs. Nissuishi, 50, 1083.
- Zaprudnova R. A. and V. I. Martem'yanov, 1988. Seasonal changes in cations in the blood plasma of freshwater fishes. J. Ichthyol., 28 : 73-79.
- 山脇啓輔・橋本 瓦・藤井清文・小山次郎・池田彌生・尾崎久雄. 1986. 低濃度カドミウムによるコイ血液化学成分の變動. 日本誌, 52 : 459-466.