

## 자연산 및 양식산 조피볼락 치어의 영양학적 특성 비교

이해영 · 박민우 · 전임기  
국립수산진흥원 증식부

### Comparison of nutritional characteristics between wild and cultured juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*

HaeYoung Moon LEE, Min Woo PARK and Im Gi JEON

Aquaculture Department, National Fisheries Research and Development Institute, Kijang County, Pusan 619-900, Republic of Korea  
E-mail: hylee@haema.nfrda.re.kr

Cultured juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli* as a seed for sea ranching project were compared with the similar size of wild fish. Wild fish were analyzed and compared with cultured fish in body indices, and moisture, crude protein, lipid, ash, many kinds of amino acids and various minerals in the whole-body of juvenile rockfish from three different populations. There were significant ( $P<0.05$ ) differences in the moisture, crude lipid, and ash in the whole-body of fish among three different populations; the moisture content of wild fish was higher than that of both cultured fish. The lipid content in wild and tank cultured fish was lowest and highest, respectively; The lipid content of fish cultured in embanked system was intermediate values. The condition factor (CF), hepatosomatic index (HSI), and intraperitoneal fat (IPF) of fish cultured in tank system and embanked system were significantly ( $P<0.05$ ) higher than those of wild fish. But fish cultured in tank system produced similar intestinosomatic index (ISI) and muscle ratio (MR) values as the wild fish. There were significant differences in asparatic acid, glutamic acid, isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, threonine, valine of whole-body fish cultured by different methods; the wild fish was highest in these amino acids, followed by fish cultured in embanked system and then fish cultured in tank system. There were also significant differences in Ca, P, Mg, Mn, Zn of whole-body fish cultured by different methods; wild fish and fish cultured in tank system produced highest in Ca, P, Mg, Zn and lowest in Mn, respectively. There were significant differences in moisture, crude lipid, ash, many kinds of amino acids, several minerals, CF, HSI, IPF, and ISI among the three juvenile populations; whole-body of wild fish showed higher in moisture, ash, asparatic acid, glutamic acid, isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, threonine, valine, Ca, P, Mg, and Zn than fish cultured in embanked system, while they showed lower in the rest of the nutritious parameters studied.

Key words: Black rockfish, Cultured, Wild, Body composition, Lipid, Amino acid, Mineral

### 서 론

연안자원증강에 대한 관심이 고조되면서 방류종묘의 종류와 방류량이 증가하게 되었으나, 방류 종묘의 품질과 방류효과에 많은 의문이 제기되었다. 이에 따라 방류효과를 높이기 위한 방류어의 품질향상과 관련된 연구가 지속적으로 수행되어 왔다 (Schuck, 1948; Phillips et al., 1957; Vincent, 1960; Wood et al., 1960; Bams, 1967; Blaxter, 1976; Balbontin et al., 1973; Arthur, 1976, 1980; Fraser, 1980; Umino et al., 1993).

종묘의 품질은 종묘가 사육된 환경에서의 먹이섭취에 의한 체성분과 밀접한 관련이 있다고 할 수 있는데, 강송어 (Brook trout) 에 대한 체성분을 비교하여 천연어는 사육어보다 질적으로 우수하다고 하였다 (Phillips et al., 1957). 이후, 양식어와 천연어간에 체성분의 비교연구가 은어 (Suyama et al., 1977; Ohshima et al., 1982), 참돔 (Ohshima et al., 1983; Nakagawa et al., 1991), 복어 (Saeki and Kumagai, 1982, 1984) 등 다양한 양식품종에서 수행되면서 영양학적인 차이가 있음이 밝혀졌는데, 양식어는 천연어와 비교하여 지질함량이 높다는 공통적인 특징이 보고되었다. 이에 대한 원인은 고밀도 양식에 의한 운동부족과 배합사료의 투여에 따른 비만도 증가 등으로 추정되고 있지만 명확히 알려져 있지 않은 실정이다. 이런 관점에서 해산 양식어의 성분에 관하여는 방어 (Sakaguchi, 1976), 참돔 (Morishita et al., 1989; Umino et al.,

1993, 1994), 넙치 (Ioka and Yamanaka, 1997), 감성돔 (Yamashita et al., 1996), 돌돔 (Ikeda et al., 1988), 은연어 (Hata et al., 1988) 등에서 보고되었다. 이러한 어류의 체성분은 방류종묘의 성장과 생존에 많은 영향을 미치는 기아에 대한 내성과 직접적인 관련이 있어 방류용 우량종묘의 생산을 위한 가장 기초적인 분석 항목이라고 할 수 있다.

그러나, 조피볼락의 영양성분에 관하여는 주로 배합사료개발과 관련하여 수행되어져왔으며 (NFRDI, 1996), 양식어와 천연어의 체성분 비교에 관한 연구는 수행되지 않아 이들 사이의 영양적인 차이에 대해서는 구명되어 있지 않다. 따라서 수산자원의 증강을 위하여 연안 정착성 어종인 조피볼락 방류어의 종묘성 강화를 위한 기초연구로서 양식산과 자연산 치어에 대한 생물학적 특성 및 체성분의 영양적인 차이를 비교하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험어 및 사육관리

자연산 시료는 1998. 10. 7~13일 (수온 21.7°C)까지 태안군 소원면 법산에서 썰물 때 그물에 걸린 개체를 사용하였다. 축제식 양식산 시료는 태안군 안면읍 고남에 있는 5,000여평의 축제식 양식장에서 평균 체장 6 cm 정도의 개체를 구입 (1998. 6. 12, 수온

20.7°C, 축제식 양식산은 평균체장이 5 cm 정도면 전부 출하시킴) 하여 국립수산물진흥원 태안수산물종묘시험장에서 초기에는 끈쟁이와 배합사료를 공급하다가 7일부터는 배합사료로만 10 cm까지 사육하여 사용하였다. 육상수조산 치어는 민간 육상배양장에서 생산된 3~4 cm 치어를 2톤 FRP수조에 2,000마리씩 수용 (1998. 6. 23, 수온 19.5°C)하여 배합사료로 사육하여 전장 약 10 cm로 성장한 개체를 사용하였다. 배합사료는 조피볼락용 시판사료로, 주원료는 어분을 단백질원으로 소맥분을 탄수화물원으로 어유를 지질원으로 하여, 오징어분, 새우분, 전란분말, 효모엑기스, 소맥글루텐, 결착제, 첨가제 스피루리나, 오징어간 분말 등으로 제조한 것으로 성장시기에 따라 1단계 (크림볼 사료), 2~4단계 (펠릿사료)로 사료의 크기를 달리하여 공급하였다.

#### 생물학적 특성 조사 및 성분분석

전장 10 cm군 (8.7~10.5 cm)의 자연산, 축제식양식산, 육상수조산의 조피볼락 치어를 시료로 사용하였다. 어체의 형태 측정은 실험 시작시 전 실험어의 중량을 측정하고 실험 종료 후는 수조별로 모아서 체중을 측정하였다. 분석용으로는 초저온냉동고 (-70°C)에 보관하던 어체중 양식산은 3반복, 축제식양식산과 자연산은 2반복으로 하여 각 5마리의 전장, 체중, 간중량, 장중량, 및 근육중량을 측정하였다. 또한 전어체 분석을 위하여 생물학적 특성과 같은 반복구로 하여 실험구별로 5마리씩 무작위 추출하여 전어체를 같은 후균질하게 혼합하여 분석하였다. 각 실험구별로 5마리씩 무작위 추출하여 비만도 (condition factor, CF=body weight (g)×100/[total length (cm)]<sup>3</sup>), 간중량지수 (hepatosomatic index, HSI=liver weight×100/body weight), 복강내지방 (intrapertoneal fat, IPF=intrapertoneal fat weight×100/body weight), 장중량지수 (intestinosomatic, ISI=intestine weight×100/body weight), 근육중량비 (muscle ratio, MR=muscle weight×100/body weight)를 측정하였다.

전어체는 -70°C에 보관 후 일반성분분석 (AOAC, 1990)을 실시하였다. 수분은 삼압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법, 조지질은 soxhlet추출법 (ether추출법), 조회분은 직접회화법으로 분석하였다. 조단백질 (N×6.25)은 automatic analyzer (Vapodest 5/6, Gerhardt, Germany)를 사용하여 분석하였고, 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며, 수분은 105°C의 dry oven에서 4시간 동안 건조 후 측정하였다. 또한, 조회분은 550°C의 회화로에서 4시간 동안 태운 후 정량하였다. 치어 전어체의 아미노산분석은 시료를 6N HCl을 첨가하여 110°C sand bath상에서 24시간 가수분해시킨 후, 감압농축하여 Na-citrate loading buffer (pH 2.20)로써 정용하여 아미노산 자동분석기 (Biochrom 20 Model, Pharmacia Biotech., U.K.)로 분석하였다. 분석조건으로 flow rate는 buffer가 25 ml/hr, ninhydrin은 20 ml/hr이었으며, pressure는 buffer가 55 bar, ninhydrin은 12 bar이었다. 시료의 무기질분석은 wet ashing procedure (AOAC, 1990)로 전처리를 하여 중류수로 정용한 후 inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (IRIS, Thermo Jarrell Ash, U.S.A.)로 분석하였다.

실험 자료는 Analysis of Variance (ANOVA)를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성

을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 전어체의 일반성분 조성 및 생물학적 특성

육상수조산, 축제식양식산 및 자연산 치어의 전어체 분석결과 (Table 1), 단백질함량에서는 차이가 없었으나 ( $P>0.05$ ), 수분함량은 자연산이 축제식양식산과 육상수조산 보다 6% 정도 높게 나타났다 ( $P<0.05$ ). 지질함량은 자연산이 가장 낮은 1.83%이었고, 축제식양식산은 자연산의 3배인 6.64%, 육상수조산은 자연산의 4배인 8.35%로 높게 나타났다 ( $P<0.05$ ). 회분 함량은 자연산이 축제식양식산과 육상수조산보다 높게 나타났다 ( $P<0.05$ ).

어류에 섭취된 음식물 중 약 20%는 분이나 요 등으로 배출되고 나머지 80%가 표준대사, 운동대사, 음식물의 소화·흡수·물질전환을 위한 특이 동적 대사 등의 대사에 필요한 에너지원과 성장에 이용되며, 또 이러한 대사를 충족하고 남은 것은 지방으로서 체내에 축적된다 (Winberg, 1956; Warren and Davis, 1967). 이 결과 먹이의 공급량이 많은 경우는 적은 경우에 비해서 성장속도가 빠르고 지방의 축적에 의해서 비만도가 커져 어체 성분도 단백질에 대한 지방의 함유비율이 증가하는데 따라서 수분함량과 질소함유율은 감소하고 칼로리 함유량, 탄소, 수소함유율 및 탄소와 질소함유율의 비 (C/N)가 증가한다는 것이 실험적으로 확인되고 있다 (Love, 1954; Brett et al, 1969; 畔田正格·木村重人, 1971; Pandian and Raghuraman, 1972). 천연넙치와 양식넙치의 일반성분을 비교하여 단백질이나 회분함량은 거의 변하지 않았지만 지질함량은 양식넙치의 쪽이 상당히 높았다고 하였다 (佐藤 守, 1987). 본 연구에서도 조피볼락 종묘의 단백질 함량은 양식산이나 자연산의 차이가 없었지만 지질함량에서는 양식산이 자연산보다 높아 동일한 결과를 나타내었다. 회분함량은 천연산이 축제식양식산과 육상수조산보다 높았다. 수분의 경우도 양식넙치와 비교해서 천연넙치에서 차이는 적지만 높은 것으로 나타나 유사한 결과를 보였다. 하지만 담수어인 강송어 (brook trout)에 대해서 양식어는 천연어보다 수분함량이 많다는 보고와는 상반된 결과를 나타내었다

Table 1. Whole-body proximate composition (%) of juvenile black rockfish<sup>1,2</sup>

Culture method <sup>3</sup>	Moisture	Protein	Lipid	Ash
TCJ	70.04 <sup>bc</sup>	17.37	8.35 <sup>a</sup>	4.25 <sup>ab</sup>
ECJ	71.29 <sup>b</sup>	18.04	6.64 <sup>b</sup>	4.04 <sup>b</sup>
WJ	77.14 <sup>a</sup>	15.75	1.83 <sup>c</sup>	5.29 <sup>a</sup>
P value	0.003	0.12	0.001	0.05
Pooled s.e. <sup>4</sup>	0.64	0.73	0.41	0.31

<sup>1</sup>Means of composite samples of five fish from each of two or three replicate groups expressed on a wet basis.

<sup>2</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>3</sup>Abbreviations used: TCJ=tank-cultured juvenile; ECJ=embank-cultured juvenile; WJ=wild juvenile

<sup>4</sup>Pooled standard error=

$$\sqrt{\text{error mean square/number of replications}}$$

(Phillips et al., 1957). 담수어와 해산어의 수분 함량에 대하여는 향후 보다 상세한 결과 비교가 필요한 것으로 사려된다. 양성 참돔에는 먹이 전환효율이 좋은 어육을 높은 비율로 주게 되며, 1일 당 체중의 80%를 목표로 급여하므로 섭식량은 천연 참돔에 비해 훨씬 높으며 또한, 대사에너지양에 있어서 표준대사량에는 차이를 볼 수 없었지만 먹이의 섭식이 쉬운 상태로 투여되고, 해적에 의한 포식의 영향이 없고, 조류 등의 물리적 변화가 작은 환경에서 사육되는 양성 참돔은 천연 참돔에 비해서 운동대사량이 낮아 섭취한 음식물을 주어진 환경조건 (사육용기, 수용밀도, 수온 등)에서 가능한 한계까지 이용하고 남은 에너지를 지방으로 축적한 결과 천연 참돔과 비교해 볼 때 성장이나 체성분에 차이가 생기는 것으로 보고하였다 (Anraku and Azeta, 1973).

치어의 생물학적 특징을 조사한 결과 (Table 2), 비만도 (CF)는 육상수조산이 자연산보다 높은 값을 보였으나 ( $P < 0.05$ ), 근육중량비 (MR)에서는 차이가 나타나지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 자연산의 HSI (간중량지수), IPF (복강내지방) 및 ISI (장중량지수)는 양식산보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다 ( $P < 0.05$ ). 특히 자연산 조피볼락의 복강내지방조직이 거의 퇴화되어 있는 것으로 보아 서식 지역의 먹이부족, 포식자로부터의 도피 등에 의한 운동량 증가로 에너지원인 복강내지방이 거의 소모된 때문으로 생각된다. 이와는 달리 육상수조산과 축제식양식산에서는 포식자로부터의 위협 등 스트레스 요인이 없어, 에너지 소비가 자연산 보다 적어 에너지원인 지질이 복강내에 저장되어 있었던 것으로 보인다. Yamashida et al., (1996)은 감성돔의 자연산과 양식산 치어의 생물학적 특징을 비교한 결과 비만도, 근육중량비, 간중량지수는 차이가 없었으

나 자연산의 복강내지방은 극히 작고, 측정 불가능한 개체도 있어 양식산의 평균치와 비교하면 1/16 정도였으며, 양식산의 장관 길이의 비는 자연산의 70% 이하로 유의적으로 짧았다고 하였다. 본 연구 결과에서도 근육중량비는 차이를 나타내지 않았지만, 간중량지수는 자연산이 1.9, 축제식 양식산이 6.2, 육상수조산이 4.2로 서로 유의적인 차이를 나타내었으며, 비만도는 자연산이 양식산인 육상수조산이나 축제식 양식산 보다 적을 뿐만 아니라 전체적으로 1.7~2.0의 범위로 감성돔에서 보고된 3.0~3.4 보다는 매우 낮았다. 이는 어종과 측정부위 (감성돔의 경우 체장, 조피볼락의 경우 전장 측정)의 차이, 사육환경 조건의 차이에 의한 것으로 사료된다.

Balbontin et al. (1973)은 청어의 체성분에서 차이가 명확하여 전지질, 트리글리세리드, 단백질량은 사육어가 많고, 수분, 회분량은 천연어가 많다고 하였다. 체성분에서 치어기의 비교가 이루어져 있는 참돔에 있어서는 축적 지방량과 글리코겐은 에너지원 축적물질로서 중요하며 이들은 사육어에 많다고 하여 먹이가 적은 상황일 때에는 사육어 생장에 유리하다고 하였으나 (石岡宏子, 1994), 사육어는 천연어에 비해서 자어기의 이른 시기부터 비만도가 높음에도 불구하고 기아에 대해서 저항력이 낮다고 지적하고 있다 (Blaxter, 1976). 본 연구와 관련하여 스트레스의 항목으로서 종묘의 건묘성을 비교하기 위하여 시험한 마취와 공기노출에 대한 내성의 시험결과 (NFRDI, 1998), 양식산 종묘가 내성이 약한 것으로 나타났으며 양식산 종묘가 비만도가 높아 기아에 대해서도 내성이 약한 것으로 사려된다.

그러므로 이러한 체성분의 영양소 함량과 생물학적 특성은 방류용 우량종묘 선정의 기준 항목으로 선택될 수 있을 것이며, 추후 방류용 우량종묘 생산을 위한 기초적인 자료로서 활용이 기대된다.

**Table 2. Condition factor (CF), hepatosomatic index (HSI), intraperitoneal fat (IPF), intestinosomatic index (ISI), and muscle ratio (MR) of juvenile black rockfish<sup>1,2</sup>**

Groups <sup>3</sup>	CF <sup>5</sup>	HSI <sup>6</sup>	IPF <sup>7</sup>	ISI <sup>8</sup>	MR <sup>9</sup>
TCJ	1.99 <sup>a</sup>	4.16 <sup>b</sup>	4.00 <sup>ab</sup>	1.81 <sup>ab</sup>	46.98
ECJ	1.98 <sup>ab</sup>	6.16 <sup>a</sup>	4.75 <sup>a</sup>	2.37 <sup>a</sup>	57.72
WJ	1.69 <sup>b</sup>	1.90 <sup>c</sup>	trace <sup>c</sup>	1.24 <sup>b</sup>	45.62
P-value	0.03	0.0001	0.0001	0.01	0.49
Pooled s.e. <sup>4</sup>	0.12	0.56	0.31	0.28	11.35

<sup>1</sup>Means of two or three replicate group.

<sup>2</sup>Values within the same column with different letters are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>3</sup>Abbreviations used: TCJ=tank-cultured juvenile; ECJ=embank-cultured juvenile; WJ=wild juvenile

<sup>4</sup>Pooled standard error=

$$\sqrt{\text{error mean square/number of replications}}$$

<sup>5</sup>Means of five individual fish from each of two or three replicate groups expressed as (weight $\times$ 100/length<sup>3</sup>)

<sup>6</sup>Means of five individual fish from each of two or three replicate groups expressed as (liver weight/body weight) $\times$ 100.

<sup>7</sup>Means of five individual fish from each of three replicate groups expressed as (intra-peritoneal fat weight/body weight) $\times$ 100.

<sup>8</sup>Means of five individual fish from each of three replicate groups expressed as (intestine weight/body weight) $\times$ 100.

<sup>9</sup>Means of five individual fish from each of two or three replicate groups expressed as (muscle weight/body weight) $\times$ 100.

## 2. 아미노산 조성

육상수조산, 축제식양식산 및 자연산 치어 전어체의 아미노산 분석결과 (Table 3), 이들 아미노산 총함량은 자연산이 육상수조산보다 높았지만 ( $P < 0.05$ ), 축제식 양식산과는 차이가 없었다 ( $P > 0.05$ ). 아미노산중 자연산은 aspartic acid, glutamic acid, isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, threonine, valine에서 육상수조산 또는 축제식 양식산보다 유의적으로 높았다 ( $P < 0.05$ ). 일반 아미노산중 alanine, arginine, glycine, histidine, proline, serine, tyrosine에서는 차이가 없으나 ( $P > 0.05$ ), 자연산에서 다소 높은 경향을 나타내었다. 어류의 먹이에 함유된 단백질의 영양적 가치는 단백질을 구성하고 있는 아미노산 중에서 필수아미노산의 함유량 및 균형에 의해 결정되는데 (Moon, 1990; NRC, 1993), isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, threonine, valine의 6종의 필수아미노산에 있어 자연산이 육상수조산과 축제식 양식산보다 높아 단백질의 영양적 가치가 높다고 할 수 있다. 여러 어종에서 10종류인 arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan, valine이 필수 아미노산인 것으로 정리하였다 (Moon, 1990; NRC, 1993). 즉, 필수 아미노산은 체내에서 합성되지 않아 먹이로부터 공급되는 영양소이므로 양식산

**Table 3. Whole-body amino acid composition (expressed as mg/100 g wet sample) of juvenile black rockfish<sup>1,2</sup>**

Amino acids	Culture method <sup>3</sup>			P value	Pooled s.e. <sup>4</sup>
	TCJ	ECJ	WJ		
Arginine	929	955	1071	0.17	58.8
Glycine	1035	1094	943	0.74	184.5
Histidine	336	350	369	0.24	15.11
Isolucine	624 <sup>b</sup>	679 <sup>ab</sup>	804 <sup>a</sup>	0.04	39.96
Leucine	1193 <sup>b</sup>	1225 <sup>ab</sup>	1483 <sup>a</sup>	0.01	43.4
Lysine	1322 <sup>b</sup>	1329 <sup>b</sup>	1673 <sup>a</sup>	0.01	55.9
Phenylalanine	602 <sup>b</sup>	659 <sup>ab</sup>	730 <sup>a</sup>	0.04	26.78
Tyrosine	471	400	449	0.31	38.56
Serine	751	784	876	0.13	43.44
Threonine	759 <sup>bc</sup>	788 <sup>b</sup>	913 <sup>a</sup>	0.02	24.69
Valine	691 <sup>b</sup>	733 <sup>ab</sup>	815 <sup>a</sup>	0.04	26.87
Alanine	1015	1075	1164	0.14	53.10
Asparatic acid	1601 <sup>bc</sup>	1681 <sup>b</sup>	1990 <sup>a</sup>	0.01	52.7
Glutamic acid	2420 <sup>bc</sup>	2464 <sup>b</sup>	3058 <sup>a</sup>	0.008	83.6
Proline	613	664	634	0.81	76.28
Ammonia	236	670	353	-	-
<b>Total</b>	<b>15008<sup>b</sup></b>	<b>15630<sup>ab</sup></b>	<b>17647<sup>a</sup></b>	<b>0.03</b>	<b>515</b>

<sup>1</sup>Means of composite samples of five fish from each of two replicate groups expressed on a wet basis.

<sup>2</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>3</sup>Abbreviations used: TCJ=tank-cultured juvenile; ECJ=embank-cultured juvenile; WJ=wild juvenile.

<sup>4</sup>Pooled standard error=

$$\sqrt{\text{error mean square/number of replications}}$$

보다는 자연산의 먹이에 필수 아미노산 함량이 풍부한 것으로 판단되며, 방류용 종묘로 사용되기 위하여는 필수아미노산이 풍부한 먹이를 선택할 필요가 있는 것으로 생각된다. 또한 필수 아미노산이 부족하면 성장이 저하된다는 보고가 있으므로 (Moon and Gatlin, 1991), 천연산과 유사한 우수한 종묘를 생산하기 위하여는 먹이중 필수아미노산의 함량을 높여주어야 할 것으로 판단되며, 향후 이와 관련된 지속적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사려된다.

### 3. 무기질 함량

치어의 전어체 무기질의 분석결과 (Table 4), Ca, P, Mg, Mn 및 Zn에서는 유의적인 차이가 나타났다 ( $P < 0.05$ ). Ca와 P 함량은 자연산과 육상수조산과는 유사하였으며 ( $P > 0.05$ ), 축제식 양식산 보다는 유의적으로 높게 나타났다 ( $P < 0.05$ ). Mg 함량은 자연산이 가장 높았으며 ( $P < 0.05$ ), 육상수조산과 축제식 양식산에서는 유사하였다 ( $P > 0.05$ ). Mn 함량은 축제식 양식산이 가장 높았으며 그 다음으로 육상수조산, 자연산의 순서로 나타났다. 자연산의 Zn 함량은 육상수조산과는 유사하였으나 ( $P > 0.05$ ), 축제식 양식산 보다는 높게 나타났다 ( $P < 0.05$ ). Cu, Fe, K 및 Na 함량에서는 그룹에 따른 차이는 나타나지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 자연산 조피블락 치어 전어체의 무기질 성분은 축제식 양식산에 비하여 Ca, P, Mg, 및 Zn의 함량은 유의적으로 높았지만, 육상수조산과는 Mg에서만 높은 함량을 나타내었다. Mn만은 양식산이 자연산 보

**Table 4. Whole-body mineral (expressed as mg/100 g wet sample) of juvenile black rockfish<sup>1,2</sup>**

Culture method <sup>3</sup>	Ca	P	K	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Co
	TCJ	1044 <sup>ab</sup>	626 <sup>a</sup>	310	41 <sup>b</sup>	153	0.12	225	0.04 <sup>b</sup>	1.71 <sup>ab</sup>
ECJ	785 <sup>bc</sup>	384 <sup>b</sup>	302	40 <sup>bc</sup>	147	0.13	283	0.07 <sup>a</sup>	1.09 <sup>bc</sup>	ND
WJ	1084 <sup>a</sup>	625 <sup>a</sup>	308	46 <sup>a</sup>	168	0.19	202	0.03 <sup>c</sup>	1.81 <sup>a</sup>	ND
P value	0.03	0.02	0.73	0.03	0.06	0.61	0.56	*	0.02	-
Pooled s.e. <sup>4</sup>	59.20	71.00	10.08	1.21	5.28	0.05	0.70	0.00	0.13	-

<sup>1</sup>Means of composite samples of five fish from each of two or replicate groups expressed on a wet basis.

<sup>2</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>3</sup>Abbreviations used: TCJ=tank-cultured juvenile; ECJ=embank-cultured juvenile; WJ=wild juvenile.

<sup>4</sup>Pooled standard error=

$$\sqrt{\text{error mean square/number of replications}}$$

<sup>5</sup>ND: not detected

다 높았다. 대체로 자연산 치어의 전어체 무기질 함량은 높은 경향을 나타내었지만, Mn의 함량은 양식산에 비하여 낮았다. 육상 동물처럼 어류에서도 여러 종류의 무기질이 필수 영양소라고 알려져 있으며, 몇몇 어종에서 9종류의 무기질 (Ca, P, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, Se 및 I)에 대하여 요구량이 보고되었다 (NRC, 1993). 다량무기질 (Ca, P, Mg, K, Na, Cl)과 미량무기질 (Fe, Cu, Mn, Zn, Se, I, F 및 Cr)은 어류 생명체의 활동에 필수적이다. 이들 무기질의 기능은 주로 골격형성, 전자전달, 산-염기평형 조절, 삼투압 작용에 관여하거나 호르몬과 효소의 구성요소로서 효소의 활성화 작용에 관여하므로, 먹이나 수중에서 섭취되지 않으면 무기질 종류에 따라 성장 저하와 함께 다양한 결핍증상을 나타낸다 (Ogino and Yang, 1978; Sato et al., 1983; NRC, 1993). 자연산과 양식산 (축제식과 육상수조식) 전어체의 조사된 10종류 무기질 함량중 5종류 (Ca, P, Mg, Mn 및 Zn)에서 유의적인 차이가 나타났으므로, 방류용 종묘 생산시에는 사육방법과 먹이 중에 함유된 다양한 무기질 함량과 어체내 축적량과의 관계를 조사하여 방류용 종묘생산을 위한 사료를 개발할 필요가 있는 것으로 사료된다. 자연산과 양식산 은어 전어체의 무기질 함량 (Na, K, P, Ca, Mg, Fe 및 Zn)에는 차이가 없는 것으로 나타났다 (Aoki et al., 1991). 자연산과 육상수조식 양식산 조피블락 전어체의 무기질중 Mg와 Mn 함량에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 자연산 조피블락 전어체를 축제식 양식산과 비교하면 5종류 (Ca, P, Mg, Mn 및 Zn)에서 차이가 나타나, 사육방법에 따라 전어체의 무기질 함량이 더욱 달라지는 것으로 나타났으므로, 방류용 종묘생산에는 사육방법도 고려되어야 할 요인으로 판단되었다.

佐藤 守 (1987)는 천연넙치와 양식넙치의 유안측 근육의 무기질 함량의 분석결과 양식넙치는 천연넙치에 비해서 철 함량이 약 3배정도 많고 구리 함량도 약간 높았지만 그 외의 무기질 함량에 대해서는 거의 차이가 없었다고 하여, 넙치 근육과 본 연구의 전어체의 결과는 다른 양상을 나타내어 향후 근육과 전어체에 관한 비교연구가 필요한 것으로 나타났다.

## 요 약

수산자원 증강을 위한 방류용 종묘로서 연안 정착성 어종인 조피볼락의 종묘성 강화와 우량종묘의 판정기법에 대한 기초적 연구를 위하여 서해안 육상수조산, 축제식 양식산 및 자연산 조피볼락 치어에 대한 일반성분, 비만도, 간중량지수, 복강내지방, 장중량지수, 근육중량비, 일반 아미노산 함량 및 무기질 함량을 비교하였다.

수분 함량은 자연산이 양식산(축제식 양식산과 육상수조산)보다 높게 나타났지만 지질함량은 자연산이 가장 낮았다. 회분 함량은 자연산이 양식산(축제식 양식산과 육상수조산)보다 높았다. 치어 전어체에서 단백질함량의 차이는 없었다. 비만도는 육상수조산이 자연산보다 높은 값을 보였지만 축제식 양식산과는 유사하였다. 간중량지수(HSI), 복강내지방(IPF) 및 장중량지수(ISI)에서 육상수조산과 축제식 양식산은 차이가 없었으나 자연산보다 높은 값을 나타내었다. 근육중량비는 사육방법에 따라 차이가 없었다. 일반아미노산 총합함량은 자연산이 육상수조산보다 높았으나 축제식 양식산과는 차이가 없었다. 자연산은 aspartic acid, glutamic acid, isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, threonine, valine에서 양식산(축제식 양식산과 육상수조산)보다 유의적으로 높았다. 무기질 함량 중 Ca, P 함량은 자연산과 육상수조산 양식산은 유사하였으나, 축제식 양식산보다 유의적으로 높게 나타났다. Mg 함량은 자연산이 가장 높았으며, Mn 함량은 자연산, 육상수조산, 축제식 양식산의 순서로 나타났다. 자연산의 Zn 함량은 육상수조산과는 유사하였으나, 축제식 양식산 보다는 높게 나타났다.

전체적으로 수분과 회분 함량, aspartic acid, glutamic acid, isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, threonine, valine과 일반아미노산 총합함량 및 Mg 함량은 자연산이 양식산(축제식 양식산과 육상수조산)보다 높게 나타났으며, 지질함량, Mn 함량과 비만도, 간중량지수(HSI), 복강내지방(IPF) 및 장중량지수(ISI)에 있어서는 양식산이 자연산보다 높은 값을 보였다. Ca, P 및 Zn 함량은 축제식양식산에서 가장 낮게 나타났다. 그러므로 이러한 체성분 및 생물학적 특성은 조피볼락 방류용 우량종묘의 판정과 종묘성 강화의 지표로서 적용이 될 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- Anraku, M. and M. Azeta. 1973. Difference of Body Components between Artificially Reared and Natural Sea Bream: Larva and Young. 293: 117~131.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, 1298 pp.
- Aoki, T., K. Takada and N. Kunisaki. 1991. On the study of proximate composition, mineral, fatty acid, free amino acid, muscle hardness, and color difference of six species of wild and cultured fishes. Nippon Suisan Gakkaishi, 57, 1927~1934.
- Arthur, D.K. 1976. Food and feeding of larvae of three fishes occurring in the California current, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax* and *Trachurus symmetricus*. Fish. Bull. 74, 517~530.
- Arthur, D.K. 1980. Differences in heart size between ocean-caught and laboratory-grown larvae of the northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard. J. Exp. Mar. Bio. Eco. 43, 99~106.
- Balbontin, S., S. de Silva and K.F. Ehrlich. 1973. A comparative study of anatomical and chemical characteristics of reared and wild herrings. Aquaculture, 2, 217~240.
- Bams, R.A. 1967. Differences in performance of naturally and artificially propagated sockeye salmon migrant fry as measured with swimming and predation tests. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24, 117~1153.
- Blaxter, J.H. 1976. Reared and wild fish-How do they compare? 10th European Symposium on Mar. Biol. 11~26.
- Brett, J.R., J.E. Shelbourn and C.T. Shoop. 1969. Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. J. Fish. Res. Bd. Canada, 26 (9), 2363~2394.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple-range and multiple F tests. Biometrics, 11, 1~42.
- Fraser, J.M. 1980. An attempt to train hatchery reared brook trout to avoid predation by the common loon. Trans. Am. Fish. Soc. 103, 815~818.
- Hata, M., Y. Sato, T. Yamaguchi, M. Ito and Y. Kuno. 1988. The chemical and amino acid compositions in tissues of cultured and wild coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. Nippon Suisan Gakkaishi, 54, 1365~1370.
- Ioka, H. and H. Yamanaka. 1997. Quality evaluation of the muscle of cultured plaice fed with three different diets. Nippon Suisan Gakkaishi, 63, 370~377.
- Ikeda, S., Y. Ishibashi and O. Murata. 1988. Optimum levels of protein and lipid purified test diet for the Japanese parrot fish. Nippon Suisan Gakkaishi, 54, 151~154.
- Love, R.M. 1954. The biochemical composition of fish. "The physiology of fishes" (Brown, M. E. ed.), Academic Press, New York, Vol. 1, 361~400.
- Moon, H.Y. 1990. Amino acid nutrition of the red drum (*Sciaenops ocellatus*); Development of an improved test diet and determination of the total sulfur amino acid requirement. M. S. Thesis, Texas A&M University System, College Station, Texas, 61 pp.
- Moon, H.Y. and D.M. Gatlin. 1991. Total sulfur amino acid requirement of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture 95, 97~106.
- Morishita, T., K. Uno, T. Araki. 1989. Comparison of the fatty acid composition in cultured red sea bream differing in the localities and culture methods, and those in wild fish. Nippon Suisan Gakkaishi, 55, 847~852.
- Nakagawa, H., H. Imabayashi and H. Kurokura. 1991. Changes in body constituents of young red sea bream, *Pagrus major*, in reference to survival during experimental stocking. Biochem. System. Ecol. 19, 105~110.
- National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 1996. Development of Practical Feed for the Korean Rockfish *Sebastes schlegelii*. Final Report, Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (MOMAF), pp. 294. (in Korean)
- National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 1998. Studies on the Development of Marine Ranching Program

- in Tong-yong, Korea. Production and determination methods of seed for releasing in black rockfish, *Sebastes schlegeli*. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (MO-MAF), pp. 980. (in Korean)
- Ohshima, T., H.D. Widjaja and S. Wada, 1982. A comparison between cultured and wild ayu lipids. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 48, 1795~1801.
- Ohshima, T., H.S. Wada and C. Koisumi. 1983. Comparison of lipids between cultured and wild sea breams. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 49, 1405~1409.
- Pandian, T.J. and R. Raghuraman. 1972. Effects of feeding rate on conversion efficiency and chemical composition of the fish *Tilapia mossambica*. Mar. Biol. 12, 129~136.
- Phillips, A.M., D.R. Brockway and E.F. Lovelace. 1957. Chemical composition of hatchery and wild brook trout. Prog. Fish. Cult. 19, 19~25.
- Saeki, K. and H. Kumagai. 1982. The variations with growth in nutritive components and several nutritive elements for wild and cultured puffers. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 48, 967~970.
- Saeki, K. and H. Kumagai. 1984. Seasonal variations in nutritive components for wild and cultured puffers *Fugu rubripes*. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 50, 125~127.
- Sakaguchi, H. 1976. Changes of biochemical components in serum, hepatopancreas and muscle of yellowtail starvation. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 42, 1267~1272.
- Schuck, H.A. 1948. Survival of hatchery trout in streams and possible methods of improving the quality of hatchery trout. Prog. Fish-Cult. 10, 3~14.
- Suyama, M., T. Hirano and N. Okada. 1977. Quality of wild and cultured ayu - I. On the proximate composition, free amino acids and related compounds. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 43, 535~540.
- Umino, T., M. Otsu and M. Takaba. 1993. Some characteristics of runty fish appearing in seed production of red sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi, 59, 925~928.
- Umino, T., T. Takeda and S. Wakamatsu. 1994. Effects of size-selection on growth and body constituents in red sea bream fish. Nippon Suisan Gakkaishi, 60, 499~503.
- Vincent, R.E. 1960. Some influence of domestication upon three stocks of brook trout (*Salvelinus fontinalis* MITCHILL). Trans. Am. Fish. Soc. 89, 35~52.
- Warren, C.E. and G.E. Davis. 1967. Laboratory studies on the feeding, bioenergetic and growth of fish. In *The biological basis of fresh water fish production* S.D. Gerking, ed, Blackwell, Oxford, pp. 175~214.
- Winberg, G.G. 1956. Rate of metabolism and food requirements of fish. Fish. Res. Bd. Canada, Translation Series, pp. 194.
- Wood, E.M., W.T. Yasutake and J.E. Halver. 1960. Chemical and histological studies of wild and hatchery salmon in freshwater. Trans. Am. Fish. Soc. 89, 301~307.
- Yamashita, H., T. Umino and S. Nakahara. 1996. Comparison of biochemical characteristics between hatchery-produced and wild black sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi, 62, 89~93.
- 畔田正格・木村重人. 1971. マアジ幼魚の攝餌量の推定. 西水研研報, 39, 15~31.
- 石岡宏子. 1994. 放流種苗の特性について. 海洋水産資源の培養に関する研究者協議會論文集 I. 233~240.
- 佐藤 守. 1987. 養殖ヒラメと天然ヒラメの栄養成分比較. 養殖 5月号, 106~109.

---

1999년 7월 19일 접수

2000년 3월 10일 수리