

양식, 방류 및 자연산 감성돔 1년어의 소화기관 및 체성분 비교

지승철 · 유진형^{1*} · 정관식² · 명정구³ · 이시우² · 고헌정²
긴키대학수산연구소, ¹천하제일사료, ²여수대학교 수산생명과학부, ³한국해양연구원

Comparison of Digestive Organ and Body Composition among the Cultured, Wild and Released Fish, 1-Year Black Sea Bream (*Acanthopagrus schlegeli*)

Seung Cheol Ji, Jin Hyung YOO^{1*}, Si Woo LEE², Hyeon Jeong GO³,
Gwan Sik JEONG² and Jeong Gu MYEONG²

Fisheries Laboratory, Kinki University, Urugami, Nachikatsuura, Wakayama 649-5145, Japan

¹Jeilfeed Company Ltd., Yoonoe-Ri, Haman-Gun, Kyoungnam 637-833, Korea

²Department of Aqua Life Science, Yosu National University, Yeosu 550-749, Korea

³Marine Resources Laboratory, Korea Ocean Research & Development Institute, Ansan P.O. Box 29, Korea

In order to evaluate adaptation to the environment in released fish, digestive organ and body composition were compared among 1-year old cultured (CUL), released (REL) and wild (WIL) Black Sea Bream, *Acanthopagrus schlegeli*. Hepatosomatic index (HSI) of the REL was significantly lower than those of the CUL and WIL fish, but intestine weight index (IWI) of REL was significantly higher than those of the CUL and WIL fish. There were no significant differences in stomach weight index (SWI) and condition factor (CF) among those different fish groups. The number of pyloric caeca of the REL and WIL fish were 4, but the 30% of CUL fish was 3 counts. The moisture content of whole body in the WIL fish was significantly higher than the CUL and REL fish, but significant lowest in the crude lipid of whole body. The content of moisture and crude protein of dorsal muscle were no significant differences among the CUL, REL and WIL fish, but crude lipid content of WIL fish was significantly lower than the CUL and REL fish. Moisture content of CUL fish in the liver was significantly lower than the REL and WIL fish, and crude lipid was significant lowest in the WIL fish. Amino acid content of dorsal muscle in the WIL fish was highest in the total amino acid, EAA and E/A ratio, and CUL fish was highest EAA and E/A ratio in liver. EPA content in dorsal muscle of WIL fish was lower than CUL and REL fish, and the REL fish was highest in DHA content of the fatty acid. EPA content in liver of WIL fish was lower than CUL and REL fish, and DHA content in REL and WIL fish was highest and lowest. Crude protein content of CUL and WIL fish in the scale was significantly higher than REL fish, but there were no significant differences in contents of crude lipid and ash. Ca and P of scale were formed most of mineral and content of P in CUL fish was significantly higher than those of REL and WIL fish. There were no significant differences in Mg, K, Na and S of scale, but CUL fish was significantly lower than REL fish in Cl. The results suggest that difference of digestive organs and body composition concluded it from differences of inhabitation environment and feed formulations.

Key words: Black Sea Bream, *Acanthopagrus schlegeli*, Released fish, Digestive organ, Body composition, Scale

서론

감성돔 (*Acanthopagrus schlegeli*)은 한국 연안에 서식하며 성장이 빠르고 환경 적응이 빨라 최근 양식뿐만 아니라 어업과 낚시의 주요 대상으로 수산자원으로서의 가치가 높아 남해안을 중심으로 매년 수십 만 마리가 방류되어 지고 있다 (Yoo et al., 2003).

감성돔에 관한 연구로는 예전부터 일본에서 종묘 생산과 방류와 관련된 많은 연구가 이루어져 왔다 (Fukuhara, 1977;

Karakawa, 1987; Yamashita et al., 1996, 1997). 특히 인공 종묘의 품질 향상을 위한 자연산과의 생화학적 비교 평가와 함께 방류 감성돔의 환경 적응과 먹이 적응을 추적하기 위한 연구가 방류어와 자연산과의 영양학적인 비교를 통해서 이루어지기도 하였다 (Nakagawa et al., 2000). 양식산과 자연산의 영양학적 평가는 넘치(Oh et al., 1988), 참돔 (Aoki et al., 1991), 조피볼락 (Lee et al., 2000) 등에서 이루어져 왔으며, Lee et al. (2000)은 조피볼락의 자연산과 양식산의 영양학적 평가를 통해 방류용 우량 종묘의 판정과 종묘성 강화의 지표로써

*Corresponding author: jhyoo@jeilfeed.co.kr

제시하였다. 한편, 비늘은 무기질 중 Ca의 밸런스를 조절하는 중요한 부위로 알려져 있으며, Jeon et al. (1998)은 비늘의 영양학적 성분 조사를 통해 서식 환경의 차이를 추정하기도 하였다.

소화기관의 형태적 특성은 각 어종의 식성을 파악하는 중요한 요소로 사용되어 왔다 (Ferraris et al., 1987; Takeuchi, 1991). 특히 동일 어종이라도 섭취하는 먹이에 따라 소화기관의 발달 차이를 보인다고 하였으며 (Shimeno et al., 1993), Yamashita et al. (1996)은 자연산과 양식산 감성돔 장길이의 변화와 함께 소화기관의 형태적 변화에 대해 보고하였다.

본 연구에서는 감성돔이 방류되어진 이후 서식환경의 변화에 따른 소화기관 및 체성분의 변화를 파악하기 위해 채포된 방류어를 대상으로 동일 연령의 자연산 및 양식산 감성돔과 비교하였다.

재료 및 방법

실험어

방류 감성돔은 여수대학교 수산증양식 연구센터에서 종묘 생산되어 배합사료 (CP 48%, CL 6%, 천하제일사료)로 사육되어진 치어를 2002년 10월에 아가미 절단법에 의해 전남 돌산읍 월호도 연안 해역에 방류하고, 방류 후 약 10개월이 지난 시점에 방류 해역에서 2각망의 시험 조업에 의해 채포하였다. 자연산 감성돔은 해당 해역에서 감성돔의 양식이 이루어지고 있지 않으며, 방류어의 유입 가능성이 낮은 제주도 북제주군 추자군도에서 낚시를 이용하여 채포하였다. 양식어는 경남 하동 하동리 양식장에서 입식 후 곤쟁이와 분말 배합사료 (CP: 48%, CL: 7.5%)로 MP=9:1의 비율로 성형하여 혼합 공급하였으며, 3개월간 사육하고, 이후 배합사료 (CP: 43%, CL: 7.5%, 천하제일사료)로만 양식된 것을 사용하였다. 양식산, 자연산 감성돔의 채집은 방류어를 채집한 동일시기에 실시하였으며, 방류어를 기준으로 유사 연령 및 어체중 개체를 비교하기 위하여 1년산 감성돔 가운데 130-140 g의 어체를 선별하여 측정 및 분석에 이용하였다.

어체 및 소화기관 측정

실험어는 체중, 전장, 체장, 소화기관을 측정하여 비교하였다. 소화기관은 잔존하는 먹이를 완전히 제거한 후 간중량, 내장중량, 위중량, 장중량, 소화관길이 및 유문수 개수를 측정하여 체중, 전장 및 체장에 대한 비율을 아래 식에 의해 계산하였다.

- 간중량지수 (hepatosomatic index, HSI): $(HW/BW) \times 100$
- 내장중량지수 (viscera weight index, VWI): $(VW/BW) \times 100$
- 장중량지수 (intestine weight index, IWI): $(IW/BW) \times 100$
- 위중량지수 (stomach weight index, SWI): $(SW/BW) \times 100$
- 상대소화관길이 (relative length of gut, RLG): GL/BL
- 비만도 (condition factor, CF): BW/TL^3

BL: body length (cm), BW: body weight (g), GL: gut length (cm), HW: hepatic weight (g), IW: intestine weight (g), SW:

stomach weight (g), VW: viscera weight (g), TL: total body length (cm)

성분 분석 및 통계처리

전어체는 내장을 포함한 어체 전체를 사용하여 일반성분 분석을 실시하고, 등근육과 간은 일반성분, 아미노산 및 지방산 분석을 실시하였으며, 등근육은 몸통 좌측의 측선 위쪽 등부위의 근육을 3×2 cm로 절단한 후 피부 부분을 제거하여 사용하였다. 비늘은 몸통 전체의 비늘을 채취한 후 증류수로 세척하여 이물질들을 충분히 제거한 후 동결 건조하여 일반성분과 미네랄 분석에 사용하였다.

일반성분 중 수분은 자동수분분석기 (HR 73 halogen moisture analyzer, Switzerland), 조단백질은 Kjeldahl 질소질량법 (N×6.25), 조지방 Soxhlet 추출법 (ether 추출법), 조회분은 직접 회화법으로 분석하였다 (AOAC, 1990).

총아미노산 분석은 동결 건조한 시료 (등근육, 간) 20 mg을 test tube에 넣고 6 N HCl 15 mL를 가하여 밀봉한 후 110°C에서 24시간 가수분해하였다. 이 분해액을 여과한 후 감압 건조하여 HCl을 완전히 제거한 다음, sodium dilution buffer (pH 2.2) 로 25 mL되게 정량한 후 이용액을 일정량 취하여 아미노산 자동분석기 (S433; Sykam, Germany)를 이용하여 ninhydrin 방법으로 분석하였다. 지방산 분석은 AOCS법 (1990)으로 methyl ester화한 후에 feris silica capillary column을 장착한 gas chromatography (SRI 8610, USA)에 의해 분석하였다. 캐리어 기체는 질소를 사용하였고, detection은 FID 모드를 사용하였다. 미네랄 분석은 비늘을 전기화로에 660°C에서 2시간 동안 태워 회분을 염산용액과 1:1비율로 10 mL에 녹이고 하룻밤 방치한 후 완전히 가열하여 뜨거운 물로 여과한 시료액으로 ICP-OES 2000DV (PerkinElmer, U.S.A)으로 미네랄 함량을 분석하였다.

통계처리는 ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성 (P<0.05)을 SPSS (SPSS Inc., 1997) program을 사용하여 검정하였다.

결 과

소화기관 특성비교

소화기관 측정 결과를 Table 1에 나타내었다. HSI는 방류어가 1.14%로 양식산 (1.62%)과 자연산 (1.70%)보다 유의적으로 낮았다 (P<0.05). VWI는 실험구간의 유의적인 차이는 없었다. IWI는 방류어가 2.05%로 유의적으로 높았으나, 양식산 (1.41%)과 자연산 (1.61%)에서는 유의차가 없었다 (P<0.05). SWI는 자연산이 0.65%로 유의적으로 높았으나, 방류어와 자연산 및 양식산과 방류어 간에는 유의차가 없었다 (P<0.05). CF는 양식산, 방류어 및 자연산에서 유의적인 차이가 없었다. RLG는 자연산이 2.32로 유의적으로 높았으며, 양식산과 방류어 및 방류어와 자연산 간에는 유의적 차이가 없었다 (P<0.05). 유문수 개수는 방류어와 자연산은 모두 4개이었으나, 양식산 가운데 70%는 4개로 관찰되었으나, 30%는 3개의 유

Table 1. Digestive organ-somatic index, condition factor (CF), relative length of gut (RLG) and number of pyloric caeca in cultured, released and wild black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*)^{*}

	CUL ¹	REL ²	WIL ³
Body weight (g)	130.7±27.5	139.7±16.2	136.9±29.4
Body length (cm)	15.5±1.1	16.3±0.4	16.0±1.2
Digestive organ-somatic index			
HSI	1.62±0.25b ^b	1.14±0.19v	1.70±0.45 ^v
VSI	3.60±0.41 ^a	3.43±0.51v	3.82±0.82 ^a
ISI	1.41±0.30 ^a	2.05±0.27 ^b	1.61±0.44 ^a
SWI	0.47±0.08 ^a	0.52±0.06 ^{ab}	0.65±0.14 ^b
CF	1.82±0.13	1.64±0.14	1.79±0.09
RLG	2.07±0.25 ^{ab}	1.77±0.16 ^a	2.32±0.27 ^b
Number of pyloric caeca	3(30%) · 4(70%)	4	4

¹CUL; culture fish, ²REL; released fish, ³WIL; wild fish.

*Values (mean±SD) with different superscripts are significantly different (P<0.05).

문수만이 관찰되었다.

전어체, 등근육 및 간 일반성분

전어체, 등근육 및 간의 일반성분 분석 결과를 Table 2에 나타내었다. 전어체 성분 분석결과, 수분은 자연산이 67.2%로 유의적으로 높았으며, 양식산(62.4%)과 방류어(60.6%) 사이에서는 유의차가 없었다 (P<0.05). 조지방 함량은 양식산과 방류어가 각각 10.9% 및 12.8%로 두 시료간에는 유의차가 없었으나, 자연산(6.3%)보다 유의적으로 높았다 (P<0.05). 조단백질 및 조회분 함량은 양식산, 방류어 및 자연산에 있어 유의적인 차이가 없었다.

Table 2. Proximate analysis (% as is base) of whole body, liver and dorsal muscle in cultured, released and wild black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*)^{*}

	CUL ¹	REL ²	WIL ³
Whole body			
Moisture	62.4±0.4 ^a	60.6±0.3 ^a	67.2±0.2 ^b
Crude protein	21.1±0.3	21.1±0.6	21.1±0.2
Crude lipid	10.9±0.3 ^b	12.8±0.2 ^b	6.3±0.58 ^a
Crude ash	5.0±0.4	5.5±0.3	5.0±0.58
Dorsal muscle			
Moisture	72.1±0.3	71.4±0.6	72.7±0.9
Crude protein	22.0±0.1	20.8±0.4	21.1±0.0.3
Crude lipid	1.7±0.1 ^{ab}	2.6±0.2 ^b	0.4±0.1 ^a
Liver			
Moisture	62.9±0.6 ^a	67.0±3.2 ^b	66.9±1.5 ^{ab}
Crude protein	14.0±0.5	15.4±0.5	15.0±0.1
Crude lipid	13.1±0.2 ^b	10.1±0.6 ^{ab}	8.8±0.1 ^a

¹CUL; culture fish, ²REL; released fish, ³WIL; wild fish.

*Values (mean±SD) with different superscripts are significantly different (P<0.05).

등근육의 조지방 함량은 방류어가 2.6%로 유의적으로 높았으며, 양식산과 방류어 및 양식산과 자연산 간에는 유의적 차이가 없었다 (P<0.05). 등근육의 수분과 조단백질 함량은 실험구간에 유의적인 차이가 없었다. 간의 조지방 함량은 양

식산이 13.1%로 유의적으로 높았으나, 양식산과 방류어 및 방류어와 자연산 간에는 유의차가 없었다 (P<0.05).

등근육 및 간의 아미노산 함량

등근육과 간의 아미노산 조성 분석결과를 Table 3에 나타내었다. 등근육의 아미노산 중 Glu, Lys 및 Arg는 양식산과 방류어가 자연산보다 높은 값을 보였으며, Thr, Try, Phe 및 His는 자연산이 높은 값을 보였다. 아미노산 총량에서는 자연산과 양식산이 각각 99.01 g과 97.30 g으로 비슷하였고, 방류어는 83.60 g으로 낮은 값을 보였다. 필수아미노산 총량 EAA)에서는 자연산>양식산>방류어 순으로 나타났으며, E/A 비도 자연산이 0.69로 가장 높고, 양식산과 방류어는 0.57과 0.56으로 비슷하였다.

간의 아미노산 함량 중 양식산의 Ala, Try, Phe 및 His의 함량이 방류어와 자연산보다 높은 값을 보였으며, Glu는 낮은 값을 보였다. 방류어와 자연산은 Glu, Lys 및 Arg는 양식산보다 높고, Ala, Try, Phe 및 His는 양식산보다 낮았다. 아미노산 총량은 양식산과 방류어는 45.22 g과 45.97 g으로 비슷하였으나, 자연산은 38.16 g으로 낮았다. EAA는 양식산>방류어>자연산 순으로 나타났으며, E/A비는 방류어와 자연산은 0.57과 0.58로 비슷하였으나, 양식산은 0.69로 높았다.

등근육 및 간의 지방산 함량

등근육 및 간의 지방산 분석 결과는 Table 4에 나타내었다. 등근육의 지방산 함량 중 saturates는 43.64-6.47%로 유의적인 차이가 없었으며, C_{16:0}가 가장 많은 비율을 차지했다. Monoenes는 자연, 방류 및 양식 순으로 각각 44.98%, 40.18% 및 38.98%로 차이를 보였다. Polyenes는 방류어가 15.21%로 양식산(14.21%)과 자연산(11.38%)보다 높았다. EPA는 자연산이 0.90%로 양식산(2.86%)과 방류어(2.53%)보다 낮았으며, DHA는 방류어가 6.23%로 가장 높았다.

간의 지방산 함량에서는 saturates는 큰 차이가 없었으며, monoenes는 방류어가 낮은 값을 보였다. Polyenes 중 EPA (eicosapentaenoic acid)는 자연산이 3.76%로 양식산(7.05%)과

Table 3. Amino acid contents (g/100 g dry matter) in dorsal muscle and liver of cultured, released and wild black sea bream (*Acanthopagrus schlegeli*)

Amino acid	Muscle			Liver		
	CUL ¹	REL ²	WIL ³	CUL	REL	WIL
Asp	9.62	8.80	7.09	2.89	4.47	3.70
Thr	4.33	3.73	6.11	2.82	2.00	1.81
Ser	3.77	3.40	5.26	2.86	2.08	1.86
Glu	15.82	13.81	7.50	2.70	6.14	5.35
Pro	3.83	3.33	2.83	1.59	2.86	1.57
Gly	4.94	3.70	3.87	1.92	2.25	2.07
Ala	4.04	3.50	4.27	5.15	2.04	1.55
Val	5.12	4.49	6.47	3.11	2.60	2.36
Ile	4.62	4.14	6.94	2.94	2.25	1.81
Leu	7.59	7.01	6.83	3.06	3.77	3.13
Try	3.70	2.86	9.44	4.69	2.00	1.65
Phe	4.16	3.74	7.29	4.32	2.32	2.22
His	2.31	1.80	8.16	4.27	1.34	1.13
Lys	12.20	10.36	7.18	2.21	4.45	3.32
Arg	11.24	8.93	9.76	3.70	5.40	4.63
EAA ⁴	55.27	47.06	68.18	31.12	26.13	22.06
E/A ratio ⁵	0.57	0.56	0.69	0.69	0.57	0.58
Total	97.30	83.60	99.01	45.22	45.97	38.16

¹CUL; culture fish, ²REL; released fish, ³WIL; wild fish, ⁴EAA=Total Essential amino acid (Val, Ile, Leu, Try, Phe, His, Lys, Arg, Thr, Met), ⁵Essential amino acid/total amino acid.

방류어 (8.06%)보다 낮았고, DHA (docosahexaenoic acid)는 방류어가 30.06%로 양식산 (13.94%)과 자연산 (11.42%)보다 높았다.

비늘 성분

양식산, 방류어 및 자연산 감성돔의 비늘 일반성분 결과를 Table 5에 나타내었다. 조단백질 함량은 양식산과 자연산이 56.04%와 55.83%로 유의적으로 높았으며, 방류어가 44.25%로 가장 낮았다 (P<0.05). 조지방과 조회분의 함량은 양식산, 방류어 및 자연산에 있어 유의적인 차이가 없었다 (P>0.05).

비늘의 미네랄 분석 결과는 Table 6에 나타내었다. Ca 함량은 방류어가 9.83%로 유의적으로 높았으며 (P<0.05), 양식산과 방류어 및 양식산과 자연산 간에는 유의적인 차이가 없었다 (P>0.05). 인 (P)은 양식산이 9.00%로 유의적으로 높았으며, 방류어와 자연산은 각각 3.67%와 4.57%로 유의적인 차이가 없었다. 염소 (Cl)는 방류어와 자연산이 각각 0.11% 및 0.07%로 유의적으로 높았으며, 양식산이 0.03%로 가장 낮았다. Mg, K, Na 및 S는 양식산, 방류어 및 자연산에 있어 유의적인 차이는 없었다.

고 찰

본 연구에서 양식산, 방류어 및 자연산의 내장중량지수 (VSI)의 유의적인 차이는 없었으나, 위의 크기는 자연산이 양식산보다 유의적으로 큰 값을 보였다. Ikeda et al. (1986)은 회유성 어종은 위가 대체적으로 장보다 크며 정착성 어종은

장이 위보다 크다고 보고하였다. Takii et al. (1997)은 이러한 이유를 회유성 어종은 먹이 섭식 기회가 상대적으로 적기 때문에 일시적으로 많은 양의 먹이를 섭식하여 저장하기 위함이며, 정착성 어종은 이와 반대로 먹이 섭식의 기회가 많아 위가 장보다 작다고 보고하였다. 양식산은 인위적인 환경에서 일정한 간격으로 사료가 공급되나, 자연산의 경우 먹이 섭취의 기회가 상대적으로 어렵기 때문에 동일연령, 유사 체중임에도 자연산이 높은 값을 보인 것으로 판단된다.

감성돔은 일반적으로 갑각류를 주로 섭식하는 육식성으로 알려져 있으나, Lee and Chin (1999)은 감성돔의 RLG는 1.04로 잡식성에 가깝다고 보고하였다. 본 연구 결과도 양식, 방류 및 자연산 모두 1.77-2.32 범위로 잡식성에 가까운 소화관 형태를 나타내었으며, 자연산이 가장 높은 값을 보였다. Yamashita et al. (1996)은 자연산에 비해 양식산 감성돔의 장길이 30% 정도 짧다고 보고하였으며 본 연구 결과도 동일하였다. 또한, 장의 길이는 동일 어종이라도 체중, 먹이의 종류뿐만 아니라, 사료의 경우 단백질의 차이에 따라라도 차이를 보인다 (Shimeno and Shikata, 1993). Shimeno et al. (1993)은 방어 사료에 있어서 어분 대체단백원으로서 식물성 단백질의 함량이 증가할수록 장의 길이와 중량이 증가한다고 보고하였다. 자연산은 RLG가 가장 높은 값을 보였을 뿐만 아니라 장중량도 양식산보다 높은 값을 보였다. 자연산은 채집 후 해부과정에서 모든 개체가 파래와 미역 등의 해조류를 주로 섭식한 것으로 관찰되어 식물성 식성이 장 기관의 발달의 차이를 초래한 것으로 판단되었다. 방류어는 RLG가 가장 낮은 값을

Table 4. Fatty acid composition (% of lipid) in dorsal muscle and liver of cultured, released and wild black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli*

Fatty acid	Dorsal muscle			Liver		
	CUL ¹	REL ²	WIL ³	CUL	REL	WIL
14:0	4.56	6.53	3.94	4.69	1.41	2.66
15:0	0.31	0.56	0.33	0.39	0.23	0.41
16:0	29.53	29.68	26.32	23.09	24.70	23.37
17:0	0.35	0.42	0.44	0.29	0.33	0.37
18:0	9.03	5.66	10.56	5.17	5.17	6.20
20:0	0.23	0.11	0.21	0.17	0.23	0.20
21:0	0.73	0.62	0.95	1.29	0.53	2.31
22:0	0.20	0.08	0.16	0.08	-	0.14
23:0	0.19	0.13	0.09	0.29	0.24	0.51
24:0	1.34	0.82	0.64	3.14	1.97	2.42
Saturates	46.47	44.61	43.64	38.60	34.81	38.59
14:1	0.19	0.12	0.14	0.10	0.26	0.11
15:1	-	0.07	0.05	0.14	0.70	0.15
16:1	7.14	9.34	7.94	7.01	2.43	6.15
17:1	0.28	0.47	0.64	0.25	0.42	0.24
18:1	29.81	26.96	33.98	20.28	13.15	27.25
20:1	1.16	2.72	1.77	1.01	0.80	1.59
22:1	0.40	0.50	0.46	0.21	0.22	0.28
Monoenes	38.98	40.18	44.98	29.00	17.98	35.77
18:2	5.35	4.84	3.37	8.98	5.23	5.92
18:3	0.26	0.32	0.57	0.10	0.21	0.39
18:3	0.44	0.68	0.98	0.86	0.41	2.39
20:2	0.27	0.13	0.22	0.27	0.28	0.34
20:3	0.34	0.08	0.42	0.38	0.44	0.48
20:4	0.41	0.31	0.77	0.76	2.30	0.86
20:5 (EPA)	2.86	2.53	0.90	7.05	8.06	3.76
22:2	0.14	0.09	0.39	0.06	0.22	0.08
22:6 (DHA)	4.48	6.23	3.76	13.94	30.06	11.42
Polyenes	14.55	15.21	11.38	32.40	47.21	25.64
n-3 HUFA ⁴	7.34	8.67	4.66	20.99	38.12	15.18
Total	100	100	100	100	100	100

¹CUL; culture fish, ²REL; released fish, ³WIL; wild fish, ⁴Highly unsaturated fatty acid.

Table 5. Proximate analysis (%) in scales of cultured, released and wild black sea bream (*Acanthopagrus schlegeli*) (% of scale, dry matter basis)*

	CUL ¹	REL ²	WIL ³
Crude protein	56.04±0.18 ^b	44.25±0.38 ^a	55.83±0.19 ^b
Crude lipid	0.87±0.21	0.68±0.24	0.53±0.23
Crude ash	44.65±0.50	44.48±0.45	45.56±0.21

¹CUL; culture fish, ²REL; released fish, ³WIL; wild fish.

*Values (mean±SD) with different superscripts are significantly different (P<0.05).

보였는데, 방류어가 채집된 곳은 가두리가 밀집된 곳으로 이 곳에서는 주로 생사료와 생사료 함량이 높은 MP 사료를 공급하고 있었으며, 방류어의 소화관에서도 이러한 먹이가 주로 관찰되었다. 따라서, 방류어는 주로 육식성 위주의 섭식 패턴이 장기관의 발달의 차이를 유도한 것으로 보여지며, 방류 후 일정기간 먹이 포식이 다소 쉬운 가두리가 밀집된 방류

Table 6. Mineral content in scales of cultured, released and wild black sea bream (*Acanthopagrus schlegeli*) (% of ash, dry matter basis)*

	CUL ¹	REL ²	WIL ³
Ca	8.51±0.08 ^{ab}	9.83±0.69 ^b	7.28±0.01 ^a
P	9.00±0.01 ^b	4.57±0.25 ^a	3.67±0.20 ^a
Mg	0.14±0.02	0.15±0.01	0.10±0.04
K	0.03±0.00	0.03±0.00	0.02±0.00
Na	0.09±0.01	0.10±0.01	0.06±0.02
S	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
Cl	0.03±0.01 ^a	0.11±0.01 ^b	0.07±0.00 ^b

¹CUL; culture fish, ²REL; released fish, ³WIL; wild fish.

*Values (mean±SD) with different superscripts are significantly different (P<0.05).

해역을 떠나지 않는 것으로 추정되었다.

양식산 어류는 한정된 공간에서 인위적으로 정기적으로 공급되는 먹이를 섭취함으로써 활동에 의한 운동 에너지량이

적기 때문에 여분의 에너지를 지방으로 주로 축적하여 자연산과의 체성분의 차이를 보인다. 특히 일반성분 중 수분과 조지방의 함량의 차이가 주로 관찰되는데, Kim et al. (2000)은 참돔, 조피볼락 및 넙치의 미성어에 있어서 자연산이 양식산보다 수분 함량은 높고 지방 함량은 낮다고 보고하였으며, Lee et al. (2000)도 조피볼락 치어에서 동일한 연구 결과를 보고하였다. 본 연구에서도 실험구간에 단백질 함량은 차이를 보이지 않았으나, 자연산이 양식산보다 수분 함량은 높고, 지방 함량이 낮아 이전의 연구 결과와 동일한 경향을 보였다. 이러한 것은 자연산이 양식산에 비해 상대적으로 먹이 포식의 기회가 적고, 많은 유영활동에 따른 에너지의 소비가 많기 때문이며, 또한 포식하는 먹이도 주로 식물성인 것도 한가지 원인으로 생각된다. 방류어의 경우 양식산과 비슷한 수분과 지방 함량을 보였는데, 이는 가두리 주변에서 주로 생사료 위주의 먹이를 섭취하였을 뿐만 아니라, 가두리 주위에 주로 정착하여 서식하면서 자연산에 비해 먹이 포식 기회가 많고 유영활동이 현저히 적었던 것이 원인으로 추정된다.

등근육의 아미노산 함량에서는 양식산이 필수아미노산 중 Lys와 Arg 함량만 높았으며, 나머지 필수아미노산 모두 낮은 값을 보였을 뿐만 아니라, 총 필수아미노산 함량과 필수아미노산 비율도 현저히 낮았으며, 방류어도 양식산과 유사한 함량을 나타냈다. 필수아미노산은 어체에서 합성되지 않아 먹이를 통해서만 공급되는 필수아미노산 차이는 먹이의 차이가 가장 큰 원인으로 판단되며, 조피볼락의 연구에서도 본 연구와 동일한 결과를 보였다 (Lee et al., 2000). 한편 자연산은 필수아미노산 총 함량이 높을 뿐 아니라 각각의 함량이 매우 고른 분포를 나타내고 있었다. 양식산의 경우 입식 초기에는 주로 낚시나 생사료를 1개월 정도 공급 후 주로 배합사료로 사육하였기 때문에 영양학적으로 자연산보다는 부족한 아미노산의 균형을 가지는 것으로 판단된다.

전어체 지방산 함량에서는 양식산과 자연산의 EPA와 DHA의 함량이 상대적으로 높은 값을 보였다. Oh et al. (1988)은 천연 및 양식산 넙치의 지방산 분석 결과 양식산 넙치의 EPA와 DHA의 함량이 자연산 보다 높다고 하여 본 연구와 같은 결과를 보였다. 이러한 이유는 양식산의 경우 EPA와 DHA 등의 고도불포화지방산이 다량 함유된 어분과 어유로 조성된 배합사료를 주로 섭취하였기 때문으로 판단된다. 방류 감성돔의 경우 방류 후 시간 경과에 따라 어체 성분은 자연산에 가까워지는 것으로 보고되고 있는데, Nakagawa et al. (2000)은 20 mm 정도 크기의 감성돔 방류 시 30일 정도에 이르면 자연산과 방류어의 지방산 함량이 유사한 시점에 이른다고 보고하였다. 또한 방류 감성돔의 장기적인 샘플링을 통한 실험에서도 30일 정도면 방류어의 어체 지방산 조성이 자연산과 유사해진다고 보고하여 본 연구 결과와 차이를 보였다 (Nakagawa et al., 1994). 이는 방류된 해역의 주요 환경, 특히 먹이 환경의 차이로 해석된다. 본 연구에서 채포된 방류어의 경우 방류해역이 가두리가 밀집된 지역으로 방류어가 가두리 근처에서

서식하면서 생사료와 MP 사료를 주로 먹이로 취하므로서 양식산보다 높은 어체 내 EPA와 DHA의 축적을 보인 것으로 추정된다. 또한 자연산 샘플을 채취한 지역은 양식어나 방류어의 혼입 가능성을 차단하기 위해 양식시설이 전혀 없고 방류가 전혀 이루어지지 않은 독립된 해역에서 채취됨으로써 이러한 먹이 환경의 차이가 어체 성분의 차이를 유발한 것으로 판단된다.

비늘은 주로 조단백질과 조회분이 주요 성분으로 이루어져 있다. 일반적으로 해산어는 조단백질과 조회분이 각각 50% 정도이나, 담수어인 잉어는 단백질이 차지하는 비율이 78% 정도로 해산어보다 높다고 보고되고 있다 (Jeon et al., 1998). 본 연구의 감성돔 비늘의 일반 성분 분석 결과 단백질과 회분 모두 해산어인 송어와 정어리의 분석 결과와 유사한 경향을 나타내었다 (Hamada and Kumagai, 1988; Jeon et al., 1998). 다만 방류어의 단백질 함량이 양식산과 자연산보다 10% 정도 낮은 것은 차후 검토가 필요할 것으로 사료된다. 비늘의 주요 미네랄 성분은 Ca와 P이며, 이들은 서식 환경에 따라 차이를 보이는 것으로 보고되고 있으며, 본 연구에서도 이들 성분이 미네랄의 대부분을 차지하고 있을 뿐 아니라 Ca, P 및 Cl이 실험구간의 유의적인 차이를 보였다 (Jeon et al., 1998; Lee et al., 2000). Lee et al. (2000)은 어류의 서식환경에 따라 전어체 내 미네랄 성분의 차이를 보인다고 보고하여 본 연구 결과와 동일한 의견을 제시하였으나, Aoki et al. (1991)은 자연산과 천연산 6종의 어체 미네랄 성분이 큰 차이가 없다고 보고하여 본 연구와는 차이를 보였다. 특히, 인공적으로 양식되는 어류들은 해수 중의 미네랄 섭취와 단기간의 빠른 성장을 위해 단백질원으로 P이 다량 포함된 배합사료를 공급한 결과, P의 함량이 자연산과 방류산 비늘보다 높은 것으로 생각된다.

방류 후 약 10개월이 경과된 시점에서 이루어진 방류 감성돔의 특성에 대한 비교 연구결과, 이전의 연구결과와는 다소의 차이를 나타내었으며, 이는 양식 가두리 시설이 밀집되어 있는 방류 환경이 주요 원인으로 추정되었다. 따라서 방류어의 환경 적응의 형태를 파악하기 위해서는 방류 해역의 환경 특성을 충분히 이해할 필요가 있으며, 방류 환경을 긍정적으로 활용할 수 있는 방안의 모색을 통해 방류 효율을 높여야 한다고 생각된다.

사 사

본 연구는 전남 다도해 바다목장사업의 일환으로 수행되었으며, 연구에 도움을 주신 여수대학교 수산증양식연구센터, 지역어업인 그리고 바다목장화 관련 연구진에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

AOAC. 1990. Official Method of Analysis of the Association of Official Analysis Chemists. 15th ed. Arlington, Virginia, pp. 1298.

- AOCS. 1990. AOCS Official Method Ce 1b-89. In: Official Method and Recommended Practice of the AOCS, 4th ed., Vol. I, AOCS. Champaign, USA.
- 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(10), 1927-1934. (in Japanese)
- Duncan, D.B. 1995. Multiple-range and multiple F test. *Biometrics*, 11, 1-42.
- Ferraris, R.P., J.D. Tan and M.C. De La Cruz. 1987. Development of the digestive tract of milk fish *Chanos chanos* (Forsskal): Histology and histochemistry. *Aquaculture*, 61, 241-257.
- Fukuhara, O. 1977. Some morphological observations on the larvae and juveniles of the Kurodai reared in the laboratory. *Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab.*, 10, 1-16.
- Hamada, M. and H. Kumagai. 1988. Chemical composition of sardine scale. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54(11), 1987-1992. (in Japanese)
- Ikeda, Y., H. Ozaki and K. Sasaki. 1986. Encyclopedia of fish blood. Midori shobo, Tokyo, pp. 237-326.
- Jeon, Y.J., Y.T. Kim and S.K. Kim. 1998. Analysis of compositions for effective utilization of fish scale. *Kor. J. Life Sci.*, 8, 589-597. (in Korean)
- Karakawa, J. 1987. Marking method of clipping and extracting ventral fin of black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli*. *Okayamasuisibo*, 2, 16-20. (in Japanese)
- Kim, H.Y., J.W. Shin, H.O. Park, S.H. Choi, Y.M. Jang and S.O. Lee. 2000. Comparison of taste compounds of red sea bream, rockfish and flounder differing in the localities and growing conditions. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 32(3), 550-563. (in Korean)
- Lee, H.Y., M.W. Park and I.G. Jeon. 2000. Comparison of nutritional characteristics between wild and cultured juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. *J. Kor. Fish. Soc.*, 33(2), 137-142. (in Korean)
- Lee, J.S. and P. Chin. 1999. Morphology and histology of the digestive track of the black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli*. *J. Kor. Fish. Soc.*, 32(5), 642-648. (in Korean)
- Nakagawa, H., J. Karakawa and M. Yamamoto. 1994. Changes in body constituents of young black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* (BLEEKER), released into the Inland Sea of Japan. The 3rd Asian Fish. Forum, Asian Fish. Soc. Manila Philippines, pp. 880-883.
- Nakagawa, H., T. Umino, M. Hayashi, T. Sasaki and K. Okada. 2000. Changes in biochemical composition of black sea bream released at 20 mm size in Daiō bay, Hiroshima. *Suisanzoshoku*, 48(4), 643-648.
- Oh, K.S., R.H. Ro, J.G. Kim and E.H. Lee. 1988. Comparison of lipid components in wild and cultured bastard. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(6), 878-882. (in Korean)
- Shimeno, S. and T. Shikata. 1993. Seasonal changes in carbohydrate-metabolizing enzyme activity and lipid content of carp reared outdoors. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59(4), 653-659. (in Japanese)
- Shimeno, S., T. Masumoto, T. Hujita, T. Mima and S-I. Ueno. 1993. Alternative protein source for fish meal in diet of young yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59(1), 137-143. (in Japanese)
- SPSS Inc. 1997. SPSS for windows Release 7.5.2K SPSS Korea.
- Takeuchi, T. 1991. Digestion and nutrition. In: Fish physiology, Itazawa, Y. and I. Hanyu, ed. Koseisha-Koseikaku, Tokyo, pp. 67-101. (in Japanese)
- Takii, K., K. Konishi, M. Ukawa, M. Nakamura and H. Kumai. 1997. Influence of feeding rates on digestion and energy flow in tiger puffer and red sea bream. *Fish. Sci.*, 63, 355-360.
- Yamashita, H., T. Umino, S. Nakahara, K. Okada and H. Nakagawa. 1996. Comparison of biological and biochemical characteristics between hatchery-produced and wild black sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 62, 89-93.
- Yamashita, H., T. Umino, S. Nakahara, K. Okada and H. Nakagawa. 1997. Changes in some properties of black sea bream released into the Daiō bay, Hiroshima. *Fish. Sci.*, 63(2), 267-271.
- Yoo, J.H., D.J. Hwang, Y.H. Yoon, G.S. Jeong and H.J. Go. 2003. Initial adaptation of released black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* in Gamak Bay, southern coast in Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36(4), 365-371. (in Korean)

2004년 6월 11일 접수
2004년 12월 8일 수리