

가막만 해역에 방류된 감성돔, *Acanthopagrus schlegeli* 치어의 초기 먹이섭취 패턴과 어체성분 변화

지승철*, 이시우¹, 유진형², 김양수, 정관식¹, 명정구³
긴키대학 수산연구소, ¹전남대학교 수산해양대학, ²천히제일사료,
³한국해양연구원 해양자원연구본부

Initial Feeding Habits and Changes in Body Composition of Juvenile Black Sea Bream, *Acanthopagrus schlegeli* Released into the Gamak Bay

Seung-Cheol Ji*, Si-Woo Lee¹, Jin-Hyung Yoo², Yang-Soo Kim, Gwan-Sik Jeong¹ and Jeong-Gu Myoung³

Fisheries Laboratory, Kinki University, Uragami, Wakayama 649-5145, Japan

¹College of Fisheries and Ocean Sciences, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

²Jeil Feed Company Ltd., Yoonoe-Ri, Haman-Gun, Kyoungnam 637-833, Korea

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

Artificially-produced juvenile black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* (total length 10.4±1.1 cm, body weight 18.7±3.4 g) were released into the Gamak Bay in Korea. And their initial feeding habits and body compositions were compared with those of cultured fish (CUL) for a period of one month after release. The released black sea bream commenced feeding on the 1st day after release, and predation rate was more than 80% during the sampling period. The stomach content of fish was composed of mainly fishing bait and krill in fish sampled on 15th days after release; however, its content changed to the natural organisms such as algae and small crustaceans when the fish was sampled on 20th days after release. Crude lipid content of carcass of fish in the sampling station A (SA) were lower than that of fish in the initial, sampling station B (SB) and CUL for the 5th and 10th days after release. Carcass n-3 HUFA composition, total amino acid and essential amino acid contents of released fish showed high trend compared to that of cultured fish in 30th days after release. The released fish have the ability to adjust their feeding habits and biochemical metabolism to the natural environment within a short period even though they showed preference to artificial feed in the early days after release.

Keywords: Black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli*, Release, Feeding habit, Body composition

서 론

감성돔, *Acanthopagrus schlegeli*은 양식 뿐만 아니라 어업과 낚시의 주요 대상으로 수산자원으로서의 가치가 높아 남해안을 중심으로 매년 수십만 마리가 방류되는 국내의 주요 방류 대상종이다(Yoo et al., 2003). 감성돔은 일본에서도 주요 방류 대상으로 건강한 방류어 생산을 위한 인공종묘의 품질향상과 함께 방류 감성돔의 서식환경 및 먹이적응을 추적하여 방류효과를 평가하는 연구들이 이루어졌다(Nakagawa et al., 2000; Om et al., 2001). 감성돔은 방류되는 어체의 크기에 따라 최초 먹이섭취 시기의 차이를 보이며(Yamashita et al., 1997), 방류어의 초기 먹이섭취는 방류초기의 생존과 적절한 성장을 위한 주요한 원인으로 작용한다. 또한 섭취하는 먹이의 조성은 방류어의 체성분

변화와 밀접한 관계를 가질 뿐만 아니라 방류해역의 먹이환경을 평가하여 방류해역을 결정하는 중요한 기초 자료로 이용된다(Yoo et al., 2003).

방류어는 새로운 환경에 적응하기 전까지 정상적인 먹이섭취가 어려워 체내에 축적된 영양소를 활동에너지로 소모하게 된다. 따라서 방류어의 체성분 변화 조사를 통해 방류초기의 생존에 영향을 미치는 필수영양소에 대한 평가가 가능하고, 방류 전 영양적인 측면에서의 사육기술 개발에 많은 도움이 될 것으로 기대된다. 특히, 체성분의 변화에 대한 평가는 섭취하는 먹이와도 밀접한 관련이 있을 뿐만 아니라 방류어의 초기생존에 영향을 미치는 기어내성과도 밀접한 관련이 있다(Lee et al., 2000). 한편, 방류어의 체성분의 변화를 자연산 및 양식산과 비교하여, 방류어가 자연환경에 완전히 적응하는 적정기간을 평가하는 연구도 시행되었다(Yamashita et al., 1997; Nakagawa et al., 2000). 방류어의 초기 먹이섭취와 체성분 변화에 관한 연구는 방류어의

*Corresponding author: jsc0414@hanmail.net

환경적응을 추정할 수 있는 지침이 될 뿐만 아니라 향후 방류용 우량종묘의 영양학적 측면의 생산기술개발에 기여함으로써 방류효과를 크게 높여 줄 것으로 기대된다. 국내에서는 감성돔의 방류해역에 대한 환경평가 및 치어의 환경적응(Yoo et al., 2003), 방류어와 자연어 및 양식어의 소화기관과 영양학적 차이에 대한 연구(Ji et al., 2004) 등이 있으나, 방류초기의 먹이섭취와 체성분 변화에 관한 연구는 거의 없다.

본 연구에서는 방류용 감성돔의 영양학적 측면에서의 생산관리 기술 개발을 통한 우량종묘 생산과 초기 환경적응력 개선을 통해 방류효과를 높이기 위한 기초 연구로서 방류한 감성돔 치어의 초기 먹이섭취 및 먹이조성 그리고 체성분 변화에 대해 1개월간 추적연구를 수행하였다.

재료 및 방법

실험어

방류용 감성돔 치어는 여수대학교(현 전남대학교) 수산증양식 연구센터에서 인공종묘생산된 것으로 2003년 9월 25일에 여수시 가막만 월호도 해역에 방류되었다. 부화지어는 부화 2일령부터 25일까지 rotifers, 20-40일령까지는 *Artemia nauplii*, 30일령 이후부터 방류 전까지는 배합사료(조단백질 50%, 조지방 10%)를 공급하여 사육하였다. 방류어는 실내수조에서 사육하였고 방류 전 2일간 절식 후 방류되었으며, 환경적응을 위한 중간육성은 실시하지 않았다. 방류는 총 40만 마리(평균전장 10.4±1.1 cm, 평균체중 18.7±3.4 g, n=400)가 방류되었으며, 이중 10만 마리는 아가미 절단법에 의해 표지방류되었다. 감성돔 치어는 전라남도 여수시 화정면 월호도 앞 부근 해역을 중심으로 반경 1.5 km 지점에 방류되었으며(Fig. 1), 방류시의 수온 및 기온은 각각 22.0°C와 24.0°C이었다.

방류 감성돔의 채집지역은 방류 후 방류어의 이동이 예상되는 장소를 선정하였으며, 환경 차이에 따른 방류초기 먹이조성

의 차이를 조사하기 위해 환경이 다른 두 곳을 선정하였다. 첫 번째 지역은 어류 양식용 가두리가 밀집되어 있으며 조류가 완만한 내만형(St. A 정점, SA), 두 번째 지역은 가두리가 거의 설치되어 있지 않고 조류가 빠른 외만형(St. B 정점, SB) 지역을 선정하였다. 방류어의 채집은 방류 후 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 그리고 30일째로 총 30일 동안 8회, 낚시를 이용하여 실시하였다. 방류 후 각 샘플 시기마다 30마리씩을 채집하였으며, 이중 20마리는 먹이조성 조사용, 5마리는 일반성분 분석용 그리고 나머지 5마리는 지방산과 아미노산 분석용으로 사용하였다. 또한, 방류어와 양식어(CUL)의 비교를 위해, 방류 당일에 동일 어군의 감성돔 치어를 방류해역 부근에 설치된 한국해양연구원 실험용 가두리에 입식하여 사육하였다. 입식된 감성돔 치어는 배합사료(조단백질 45%, 조지방 8%)로 사육하면서 방류어와 동일날짜에 채집하여 성장과 어체성분을 비교하였다.

조사 및 분석

각 정점에서 채집된 방류어와 양식어는 성분분석을 위해 드라이아이스로 동결 후 실험실로 옮겨와 분석 전까지 -45°C에 보관하였다. 먹이조성 조사를 위해 채집어 중 20마리는 10% 포르말린에 고정시켜 보관하였다. 방류어와 자연어의 구별은 아가미 절단 여부와 비늘판독법(Yoo et al., 2004)에 의해 실시하였다. 10% 포르말린에 고정된 채집어는 어체중과 전장을 측정하고 위를 분리하여 해부현미경(SZ 40, Olympus Co., Japan)으로 내용물을 먹이 종류별로 대분류하였다. 위로부터 분리된 각 먹이에 대해서는 종류별로 70°C의 건조기(J-300M, Jeil Chem. Co., Korea)에서 24시간 건조시킨 뒤 전자저울(FA-200, AND Co., Japan)을 이용해 중량을 측정하고, 건조중량비를 아래 식에 의해 백분율로 나타내었다.

$$\text{Stomach content (\% of dry weight)} = \frac{\text{each feed item} \times 100}{\text{total stomach content}}$$

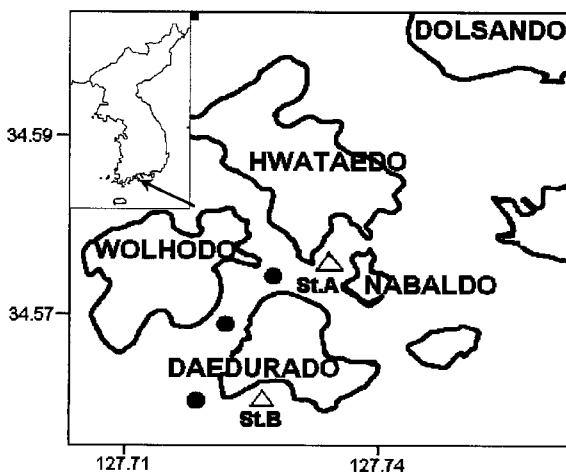


Fig. 1. Location of the study area in Gamak Bay, Korea. ●: releasing station, △: sampling station.

방류전과 방류 후 5, 10, 20 그리고 30일째의 방류어와 양식어를 대상으로 전어체의 일반성분분석을 실시하였다. AOAC (1990)의 방법에 따라 수분은 자동수분분석기(HR 73 halogen moisture analyzer, Switzerland), 조단백질은 Kjeldahl 질소질량법(N×6.25), 조지방은 Soxhlet 추출법(ether 추출법), 조회분은 직접회화법으로 분석하였다. 지방산과 구성아미노산은 방류전과 방류 후 30일째의 방류어와 양식어의 전어체를 대상으로 실시하였다. 구성아미노산 분석은 전어체를 분쇄 후 동결건조한 시료에 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) 25 mL로 정량한 후 일정량 취하여 아미노산자동분석기(S4300, Sykam Co. Ltd., Germany)를 이용하여 ninhydrin방법으로 분석하였다. 지방산 분석은 AOCS (1990) 방법으로 methyl ester화한 후에 ferries

silica capillary column을 장착한 gas chromatography (Trace GC, Thermo Finnigan Co. Ltd., Germany)에 의해 분석하였다.

통계처리는 Tukey's test로 평균간의 유의성($P < 0.05$)을 SPSS program(SPSS, Chicago, IL, USA)을 사용하여 검정하였다.

결 과

성장 및 먹이습성

방류 후의 수온 및 어체중 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 수온은 방류시 22.0°C이었으며, 점차 감소하여 30일째는 18.0°C이었다. 어체중은 방류 후 점차 증가하여 30일째의 평균 체중이 SA가 40.5 g, SB가 34.6 g, 양식어가 32.2 g으로 방류어군이 높았다.

채집된 방류어 중 먹이를 섭취한 방류어 비율(predation rate, %)은 방류 1일째에 SA 및 SB가 각각 66.7과 75.0%이었다. SB는

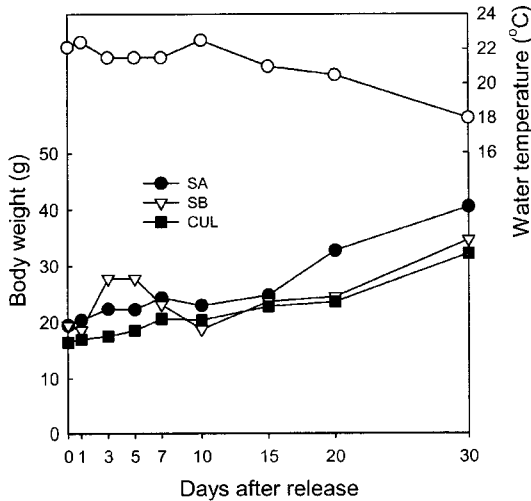


Fig. 2. Changes in water temperature and body weight of hatchery-produced black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* after release. SA: fish sampled from station A, SB: fish sampled from station B, CUL: cultured fish.

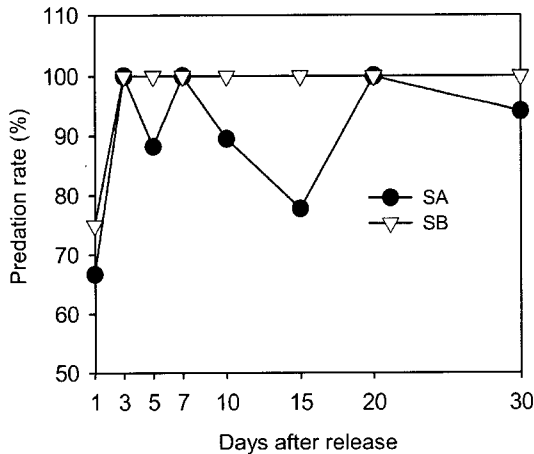


Fig. 3. Changes in predation rate (%) of hatchery-produced black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* after release. SA: fish sampled from station A, SB: fish sampled from station B, CUL: cultured fish.

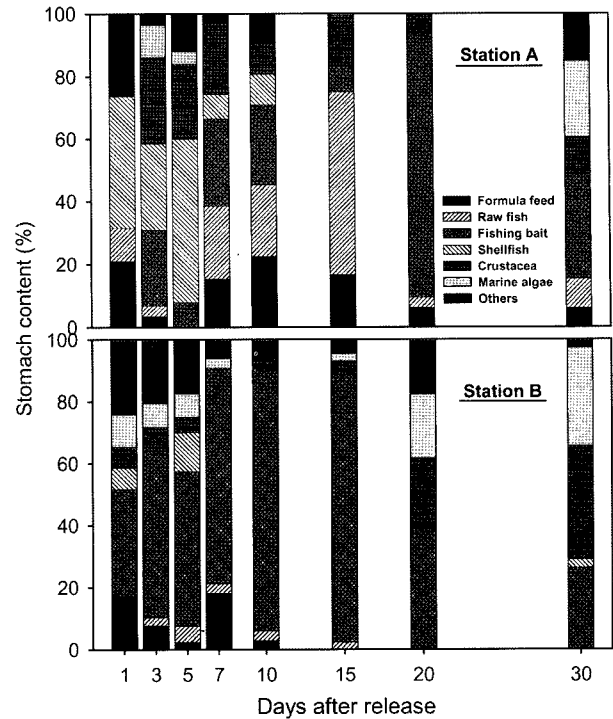


Fig. 4. Changes in feed item composition of stomach (%) in hatchery-produced black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* after release at sampling station A (SA) and B (SB).

방류 1일째 이후 채집된 전 개체가 먹이를 섭취하였으며, SA는 77.8~100% 범위를 보였다(Fig. 3). SA 지역은 전 기간에 걸쳐 양어용 배합사료와 생사료를 섭취하였으며, 방류 후 1-5일째까지는 조개류, 양어용 사료와 소형 갑각류, 7-15일째는 양어용 사료, 낚시미끼 및 집어제를 주로 섭취하였다. 20일째는 낚시미끼 및 집어제가 높은 비율을 보였고, 30일째는 양어용 사료, 낚시미끼, 집어제 및 해조류가 고른 분포를 보였다(Fig. 4). SB 지역은 1-15일째까지 낚시미끼 및 집어제가 34.5~84.6% 범위로 높은 비율을 차지하였으며, 그 비율도 점차 증가하였다. 20일째와 30일째는 낚시미끼 및 집어제의 비율이 감소하고, 소형 갑각류와 해조류의 비율이 각각 23.5~36.8%와 20.6~31.6% 범위로 증가하였다.

어체성분 변화

전어체 수분, 조단백질 및 조회분 함량은 채집일시 및 방류어와 양식어 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 조지방 함량은 SA가 방류 후 5일째와 10일째, 30일째 CUL보다 유의하게 낮았으며, SB는 20일째 SA와 CUL보다 유의하게 낮았으나 나머지 채집 기간에서는 CUL과 유의적인 차이를 보이지 않았다 (Table 1).

지방산 조성에서는 SA가 방류전보다 20:5n (EPA)가 높았으며, SB와 CUL은 22:6n (DHA)조성이 감소하는 경향을 보였다. n-3 HUFA 조성에서는 SA가 19.87%로 방류전의 17.55%보다 증가하였으며, SB (17.29%)와 CUL (16.78%)보다도 높은 값을 보였다(Table 2).

Table 1. Changes in proximate carcass composition of released and cultured black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii*¹⁾

Days after release	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
Initial	73.7±0.85	16.6±0.14	4.5±0.28	4.6±0.32
5 days				
SA	73.1±0.13	17.3±0.50	2.5±0.33 ^a	5.1±0.58
SB	73.2±0.55	17.1±0.50	4.4±0.40 ^b	4.8±0.15
CUL	72.5±1.79	16.8±0.03	4.4±0.35 ^b	4.9±0.15
10 days				
SA	72.2±0.12	16.7±0.23	3.8±0.10 ^a	4.6±0.27
SB	73.9±0.42	16.8±0.10	4.8±0.15 ^b	4.9±0.18
CUL	73.8±0.20	17.9±0.44	4.4±0.35 ^{ab}	5.9±0.11
20 days				
SA	70.7±0.43	16.7±0.09	5.0±0.01 ^b	4.0±1.14
SB	72.4±0.10	17.1±0.33	3.8±0.19 ^a	4.4±0.49
CUL	72.7±1.24	16.7±0.13	5.9±0.17 ^b	5.0±0.68
30 days				
SA	70.7±1.36	17.0±0.21	4.7±0.54 ^a	5.2±0.25
SB	70.5±1.21	17.9±0.90	5.3±0.19 ^{ab}	4.2±0.68
CUL	71.2±0.95	17.5±0.49	5.7±0.10 ^b	5.1±0.03

SA: sampling station A, SB: sampling station B, CUL: cultured fish.

¹⁾Values are mean ± SD. Five fishes were used each sampling station for analysis. Different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

Table 2. Fatty acid composition (% total fatty acid) in carcass of released and cultured black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii* at initial and 30th days after release¹⁾

Fatty acid	Initial	SA	SB	CUL
12:0	0.05	0.07	0.10	0.06
13:0	0.02	0.03	0.03	0.02
14:0	3.61	4.86	5.24	4.40
15:0	0.35	0.37	0.46	0.34
16:0	22.86	21.05	23.69	21.15
17:0	0.51	0.32	0.39	0.46
18:0	6.03	5.20	5.33	5.68
20:0	0.28	0.23	0.23	0.23
21:0	0.92	0.90	0.81	0.88
22:0	0.17	0.14	0.13	0.15
23:0	0.32	0.35	0.24	0.32
24:0	2.35	2.71	2.13	2.68
Saturates	37.47	36.23	38.78	36.38
14:1	0.09	0.12	0.15	0.11
15:1	0.05	0.04	0.08	0.01
16:1	6.77	6.89	7.39	8.78
17:1	0.32	0.33	0.37	0.29
18:1	23.81	24.60	25.30	24.05
20:1	2.67	1.39	1.59	1.97
22:1	2.11	0.55	0.55	1.93
Monoenes	35.82	33.92	35.43	37.14
18:2	7.17	7.76	6.81	7.52
18:3	1.22	1.39	1.06	1.34
20:2	0.24	0.21	0.25	0.24
20:3	0.39	0.45	0.23	0.43
20:4	0.09	0.11	0.09	0.10
20:5n (EPA)	5.52	7.78	6.74	6.08
22:2	0.05	0.06	0.06	0.07
22:6n (DHA)	12.03	12.09	10.55	10.70
Polyenes	26.71	29.85	25.79	26.48
n-3 HUFA ²⁾	17.55	19.87	17.29	16.78

SA: sampling station A, SB: sampling station B, CUL: cultured fish.

¹⁾Values are five pooled fish.

²⁾n-3 HUFA=EPA+DHA.

Table 3. Amino acid contents (mg/g dry weight) in carcass of released and cultured black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii* at initial and 30th days after release¹⁾

Amino acid	Initial	SA	SB	CUL
Aspartic acid	1.55	1.63	1.79	1.61
Threonine	0.68	0.71	0.76	0.69
Serine	0.64	0.69	0.70	0.65
Glutamine	2.35	2.48	2.74	2.43
Proline	0.73	0.91	0.72	0.67
Glycine	1.24	1.32	1.05	1.11
Alanine	1.12	1.15	1.16	1.07
Valine	0.75	0.76	0.87	0.77
Isoleucine	0.64	0.66	0.77	0.67
Leucine	1.13	1.19	1.34	1.18
Tryptophan	0.50	0.44	0.54	0.52
Phenylalanine	0.63	0.62	0.73	0.67
Histidine	0.33	0.32	0.33	0.33
Lysine	1.29	1.40	1.50	1.16
Ammonia	0.25	0.25	0.29	0.19
Arginine	1.38	1.40	1.39	1.02
EAA ²⁾	7.33	7.50	8.23	7.01
Total	15.20	15.94	16.67	14.74

SA: sampling station A, SB: sampling station B, CUL: cultured fish.

¹⁾Values are five pooled fish.

²⁾EAA = total essential amino acids (included Valine, Isoleucine, Leucine, Tryptophan, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine and Threonine).

방류전과 방류 후 30일째의 전어체 아미노산 함량을 Table 3에 나타내었다. 총아미노산 함량은 SA, SB 그리고 CUL이 각각 15.94, 16.67, 14.74 mg/g으로 방류어가 양식어보다 높은 경향을 보였으며, 방류전보다 방류어는 증가하고 CUL은 감소하였다. 필수아미노산 함량도 총아미노산 함량과 동일한 경향을 보였다.

고 찰

전라남도 여수시 가막만 월호도 해역에 방류된 감성돔은 방류지역에 따라 먹이조성의 차이를 보였으며, 어체성분에서는 방류어와 양식산 사이에 전어체의 조지방, 지방산 및 아미노산 성분의 차이를 보였다. 또한, 평균체중도 양식산과 차이 없이 유사한 성장 경향을 보여 방류어가 정상적인 먹이섭취를 통해 자연 환경에 적응해 가는 것으로 판단되었다. 방류된 어류는 새로운 환경에 적응하기 위해 체내에 축적된 에너지를 소비함으로써 어체중이 일시적으로 감소한다. 참돔, *Pagrus major*은 방류전의 어체중으로 회복하는데 최소 30일 이상이 소요되는 것으로 보고되었다(Nakagawa et al., 1991). 본 연구에 있어서는 방류초기 15일까지 어체중의 증가를 보이지 않았으나, 15일 이후 SA, SB 정점 모두 어체중의 증가를 나타내 이전의 참돔의 연구결과보다는 빠른 초기적응을 보여주었다. 이는 방류어가 방류 1일째부터 먹이섭취가 이루어진 것이 주요 원인으로 판단되며, 감성돔은 방류 후 먹이섭취가 비교적 짧은 기간에 이루어질 뿐만 아니라 참돔보다 매우 빠른 것으로 알려져 있다(Matsumiya and Kiso, 1982; Nakagawa et al., 1994). Umino et al. (1999)은 방류된 감성돔의 최초 자연먹이섭취는 20 mm 크기는 방류 4일째, 40 mm 크기는 3일째에 이루어졌다고 보고하였다. 본 연구에서의 빠른 먹이섭취는 방류된 어체의 평균전장이 10.4 cm로 이전 연구의 실험어보다 컸으며, SA지역의 경우 양식용 가두리 밀집지역으로 그곳에서 흘러나오는 사료 유출물이 인공먹이에 길들여진 방류어의 빠른 먹이섭취를 유도한 것으로 보인다. SB지역은 양식용 가두리가 SA보다 적게 설치되어 있었으나, 낚시인들이 투여한 크릴을 비롯한 낚시용 집어체가 방류어의 먹이로 이용되었다. 한편, 방류된 감성돔은 해조류, 단각류(Amphipoda)의 옆새우류(Gammaridea)와 소형 계류 및 어류를 주로 섭취하며(Umino et al., 1999), 잘피발에 서식하는 감성돔 자연어의 가장 중요한 먹이는 단각류의 옆새우류와 카프렐라류(Caprellidea), 그 다음으로는 소형 계류와 새우류라고 보고되었다(Huh and Kwak, 1998). 본 연구에서는 방류초기 두 지역 모두 대부분 인공먹이에 의존하였으나, 20일 이후에는 소형 새우 및 계류와 해조류의 섭취비율이 증가함으로써 자연먹이로의 전환이 이루어져가는 것이 확인되었다.

방류어는 방류초기에 어체내 축적된 에너지를 소모해가며 새로운 환경에 적응해 간다(Akiyama et al., 1983; Yamashita et al., 1996). 특히, 체내에 축적된 지질은 환경적응과정에서 소비되는 중요한 에너지원으로 이중 중성지질은 방류어의 초기생존을 좌우하는 가장 중요한 성분으로 알려져 있다(Villa-Navarro et al., 1990; Nakagawa et al., 1994). 본 연구결과, SA 지역의 경우 방류초기인 방류 후 5일과 10일째에 방류전과 SB 및 CUL 보다 낮은 전어체 조지방 함량을 보였다. 이는 방류초기의 먹이포식율이 SB지역보다 상대적으로 낮아(Fig. 3) 체내에 축적된 지질 성분이 방류 후 초기 환경적응단계에서 활동 에너지원으로 소모

된 것으로 판단된다. 한편, SB는 방류전 및 CUL과 유사한 전어체 조지방 함량을 보였다. Ji et al. (2004)은 방류 후 약 10개월 경과한 방류 감성돔이 양식산 감성돔과 전어체 조지방 함량의 차이를 보이지 않는다고 보고하였으며, 이는 방류해역의 양식장 등에서 유출되는 지속적인 인공먹이의 섭취에 그 원인이 있는 것으로 추정하였다. SB 지역은 낚시인들에 의해 다량의 집어체와 미끼가 투여되었으며, 방류 직후부터 방류어가 무리를 지어 인공먹이를 섭식하는 것이 육안으로도 쉽게 관찰되었다. SB는 방류 직후부터 풍부한 인공먹이의 공급에 따른 높은 먹이 포식율과 빠른 먹이섭취가 전어체 조지방 함량의 유지에 많은 영향을 미친 것으로 판단된다. 한편, 중성지질을 주로 이용하는 지와 생존에 어느 정도의 영향을 미치는 지에 대해서는 본 연구에서는 관련 분석이 실시되지 않은 관계로 확인할 수 없었으며, 차후 지질대사에 대한 세부적인 연구를 통해 방류어의 사육에 있어서의 영양학적 자료로 활용되어야 할 것이다.

전어체의 지방산 조성은 n-3 HUFA 함량이 SA가 방류전 및 CUL보다 높은 경향을 보였다. Nakagawa et al. (2000)은 양식산 감성돔의 EPA와 DHA의 조성이 자연산보다 낮으며, 20 mm 정도 크기의 감성돔은 방류 후 30일 정도면 자연산과 지방산 조성이 유사한 시점에 이른다고 보고하였다. 본 연구도 이전의 연구 결과와 유사한 경향을 보였으며, 방류 감성돔의 방류 20일째 이후의 자연먹이로의 전환과도 밀접한 관련이 있는 것으로 추정된다. SB가 방류전 및 양식산과 차이를 보이지 않은 것은 앞서 언급한 바와 같이 방류초기부터의 지속적인 인공먹이의 섭취가 원인으로 생각된다.

아미노산 함량은 방류어가 양식산에 비해 총아미노산과 필수 아미노산에서 약간 높은 함량을 보였다. Ji et al. (2004)은 방류 감성돔이 양식산에 비해 어체내 높은 아미노산 함량과 함께 필수아미노산의 고른 분포를 보였다고 보고하였으며, 그 원인으로 식물성과 동물성 먹이의 고른 섭취라고 하였다. 또한, 양식어의 불균형한 아미노산 분포는 공급되는 사료의 영양소 불균형이 원인이며, 건강한 방류어 생산을 위해서는 영양요구량을 충족시키는 사료 개발이 필수적임을 시사하였다. 한편, Yamashita et al. (1996)은 인공종묘생산된 양식어와 자연어의 소화흡수 및 영양소대사의 근본적인 차이가 있음을 지적하였으며, 방류 효과를 높이기 위해서는 방류어의 적절한 사료 및 사육기술개발을 통한 종묘의 질적인 향상이 필요함을 제안하였다. 따라서 방류어의 영양상태는 방류해역의 새로운 환경에 적응할 때까지의 중요한 체력적인 요인으로 작용하므로(Fushimi, 2001), 방류를 위한 어패류의 종묘생산과 양성과정에서의 영양강화 문제가 충분히 고려되어야 할 것이다.

본 연구결과 전라남도 여수시 가막만 해역에 방류된 감성돔은 방류해역 주변에서 낚시 및 양식 사료로 투여되는 인공먹이로 인해 초기 먹이섭취가 빠르게 이루어졌으며, 방류 20일 이후에는 자연먹이로 전환되어 이는 어체성분 변화와도 밀접한 관련을 보였다. 본 연구 결과는 방류용 감성돔 우량종묘의 생산기술

개발과 적절한 방류환경의 선정 및 방법 등에 중요한 자료로 활용 될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 장기적인 방류어의 추적 연구를 통한 방류어의 환경적응 과정을 밝힘으로서 방류효율을 높일 수 있는 다양한 방안을 모색해 나가야 할 것이다.

요 약

전라남도 여수시 가막만에 방류한 감성돔, *Acanthopagrus schlegli* 치어의 초기 먹이섭취 및 먹이조성 그리고 체성분 변화에 대해 1개월간 추적연구를 수행하였다. 방류 감성돔은 방류 후 1일째부터 먹이섭취가 이루어졌으며, 포식율은 조사기간 동안 80% 이상을 보였다. 먹이조성은 방류 후 15일째까지 낚시미끼와 가두리에서의 사료 유출물 등 인공먹이를 주로 섭취하였으나, 그 후 20일 이후부터 자연먹이로의 전환이 이루어졌다. 방류 후 5일 그리고 10일째의 A 정점(SA) 방류 감성돔의 전어체 조지방 함량이 방류전, B 정점(SB) 그리고 양식어(CUL)보다 낮은 값을 보였으며, 방류 30일째의 전어체의 n-3 HUFA 조성 및 필수아미노산 함량은 방류어에서 약간 높은 경향을 보였다. 본 연구 결과, 가막만에 방류된 감성돔은 빠른 먹이섭취가 이루어졌으며, 초기 먹이섭취 및 먹이조성은 어체성분 변화에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 전남다도해 바다목장사업의 일환으로 수행된 연구이며, 연구에 도움을 주신 여수대학교 수산증양식연구센터, 지역 어업인 그리고 바다 목장화 관련 연구진에게 감사드립니다.

참고문헌

Akiyama, T., T. Murai and T. Nose, 1983. Fluctuations in some body components of fingerling chum salmon after release. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture*, 4, 107-112.

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

AOCS, 1990. AOCS official method. (in) Official Method and Recommended Practice of the AOCS, 4th ed., Vol I, AOCS. Champaign, USA, 89 pp.

Fushimi, H., 2001. Production of juvenile marine finfish for stock enhancement in Japan. *Aquaculture*, 200, 33-53.

Huh, S. H. and S. N. Kwak, 1998. Feeding habits of juvenile *Acanthopagrus schlegeli* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. *Kor. J. Ichthyol.*, 10, 168-175.

Ji, S. C., J. H. Yoo, S. W. Lee, H. J. Go, G. S. Jeong and J. G. Myeong, 2004. Comparison of digestive organ and body composition among the cultured, wild and released fish, 1-year black sea

bream, *Acanthopagrus schlegeli*. *J. Kor. Fish. Soc.*, 37, 462-468.

Lee, H. Y. M., 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, 137-142.

Matsumiya, Y. and K. Kiso, 1982. Movements and adaptation process in Shijiki Bay, Hirao Island. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, 58, 89-98.

Nakagawa, H., H. Imabayashi, H. Kurokura and S. Kasahara, 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.

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, 643-648.

Om, A. D., T. Umino, H. Nakagawa, T. Sakai, K. Okada, M. Asano and A. Nakagawa, 2001. The effects of dietary EPA and DHA fortification on lipolysis activity and physiological function in juvenile black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli*. *Aquacult. Res.*, 32, 255-262.

Umino, T., M. Hayashi, J. Miyatake, K. Nakagawa, T. Sasaki, K. Okada and H. Nakagawa, 1999. Significance of release of black sea bream at 20-mm size on stock enhancement in Daiō Bay, Hiroshima. *Suisanzoshoku*, 47, 337-342.

Villa-Navarro, J., H. Nakagawa and M. Takada, 1990. Changes in lipid accumulation of young red sea bream, *Pagrus major* released into the Inland Sea of Japan (Setonaikai). *La Mer*, 28, 286-291.

Yamashita, H., T. Umino, S. Nakahara, K. Okada and H. Nakagawa, 1996. Comparison of 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, 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, 365-371.

Yoo, J. H., G. S. Jeong, M. G. Ju, S. C. Ji and J. G. Myeong, 2004. Abstract, Joint Meeting Korean Society of Fisheries Science, pp. 341-342. (in Korean).

원고접수 : 2006년 12월 18일
수정본 수리 : 2007년 5월 14일