

가막만 방류 감성돔 (*Acanthopagrus schlegeli*) 치어의 초기 적응

유진형* · 황두진¹ · 윤양호² · 정관식 · 고현정³

여수대학교 양식학과, ¹여수대학교 수산공학과, ²여수대학교 해양학과, ³여수대학교 수산증양식연구센터

Initial Adaptation of Released Black Sea Bream, *Acanthopagrus schlegeli* in Gamak Bay, Southern Coast in Korea

Jin Hyung YOO*, Doo Jin HWANG¹, Yang Ho YOON², Gwan Sic JEONG
and Hyun Jeung GO³

Department of Aquaculture, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

¹Department of Fisheries and Technology Yosu National University,
Yosu 550-749, Korea

²Department of Oceanography, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

³Aquaculture Research Center, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

The reared fries of black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* were released in Gamak Bay, and initial adaptation to the environment was evaluated. Thirty thousand fries were marked with magnetic tag, released and recaptured, and its stomach content were analysed; the neighboring zooplankton, beuthic algae and other young fishes were investigated. The fries were released on July 30, 2001 in summer season. Water temperature of surface and bottom were 24 °C and 21 °C, respectively. Chlorophyll *a* content was 4.5 µg/L with high primary production. Salinity was 32.0-32.5‰. Water depth of releasing site was about 30 m. The sea jungle was formed at the first point of releasing and it kept the fries for about 3 days in the bay with plenty of food organisms within 5 m depth. Stomach analysis of the fries revealed that real feeding started from the 15 days after releasing and full feeding took place after the tenth day.

Key words: Releasing of fish fry, Adaptation, Black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli*, Gamak Bay, Magnetic tag

서 론

국내 수산자원은 어선세력 증가, 남획, 연안의 환경오염, 어장의 노후화, 연안해역의 난개발에 의한 산란·성육장의 축소 등으로 1980년대 이후 수산 자원 감소 징후가 심화되어 왔다. 유용 수산자원의 증진을 위해 잡는 어업에서 기르는 어업으로 전환되면서 어패류의 중요 방류산업이 1980년대 초부터 활성화되어 1990년대부터는 본격적으로 시행되고 있다. 인위적 수산자원 증식의 필요성과 양식기술의 향상에 따라 인공종묘생산에 의한 어패류가 대량으로 연안에 방류되고 있으나, 자연생태계에 투입된 이후에 있어 재생산력과 경제성에 대한 평가 및 방류효과의 평가는 방류사업에 있어 주된 관심사이다 (Nielsen, 1992).

국내 연안자원에 대한 방류효과조사는 참전복 (*Haliotis discus*), 대하 (*Penaeus orientalis*), 꽃게 (*Portuns trituberculatus*), 넙치 (*Paralichthy olivaceus*) 및 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*) 등에 대해 수행되었다 (Noh et al., 1999). 치어의 방류사업이 본격적으로 시행되면서 1999년에는 약 2,300만 마리가 방류되었으며, 방류효과에 대해서도 긍정적 평가가 보고되고 있다 (Sung, 1998). 국제적으로도 자원증식의 중요성이 인식되면서

방류자원의 효율적 관리와 효과검정을 위하여 표지방류에 의한 연구가 진행되고 있다 (Parker et al., 1990; Mattson et al., 1990; Norris et al., 2000).

경우에 따라서 많은 양을 연안에 방류했음에도 불구하고 효과가 향상되지 않는 요인으로서 방류종묘의 질적인 문제, 방류 방법상의 문제, 불법어업 등이 거론되고 있으며, 피포식에 의한 감모율이 높은 것으로 지적되고 있다 (Nakano, 1993). 특히 방류환경은 적응환경으로서 뿐만 아니라 은신처로서의 역할과 먹이공급장의 역할을 하는 곳이므로 방류어의 초기 적응을 위한 중요한 요소로 평가된다 (Tsukamoto et al., 1990). 이러한 것은 방류효과를 극대화시킬 수 있는 중요한 요소가 되며, 이를 위해서는 방류환경에 대한 정확한 이해와 방류어의 생물학적 특성에 따른 환경적응의 패턴을 이해할 필요가 있다. 감성돔 (*Acanthopagrus schlegeli*)은 회귀반경이 크지 않는 내만 정착성 어종이며, 한국 전연안에 서식하고 있는 주요 어종으로써, 특히 남해안에서는 어업과 낚시의 대상으로 수산자원으로서도 가치가 높아 점차적으로 방류량이 증가되고 있다.

본 연구는 전남 가막만 송도 일원에 방류한 감성돔 치어에 대해 방류시점에서의 해양환경조사 및 표지 방류된 치어를 단기 추적하여 초기적응의 패턴을 조사하고, 이를 지표화하여 본 종의 치어방류에 대한 문제점과 적합성을 평가하였다.

*Corresponding author: jhyoo@yosu.ac.kr

재료 및 방법

실험에 사용된 감성돔 치어는 2001년 여수대학교 수산증양 식연구센터에서 인공종묘생산된 것으로 7월 30일에 실시한 표지방류어로 사용하였다.

부화자의 전장은 2.53 ± 0.18 mm이었으며 먹이의 공급은 부화 후 2일령부터 rotifers를 0.5-3 개체/mL의 밀도로 22일령까지 공급하였고, 20일령부터 45일령까지는 알테미아 부화유생을 0.5-1.5 개체/mL의 밀도로 공급하였다. 배합사료는 부화 후 15일령부터 사육종료시까지 성장에 따라 단계별 증량 공급을 하였으며, 자어기에는 5-10회/일 공급하였고, 치어기 이후에는 점차 횟수를 줄이며 4-7회/일까지 공급하였다. 부화수온은 18.7-19.1°C이었으며, 종묘생산 기간 동안의 사육수온은 자연여과해수를 이용하여 18.7-27.2°C까지 변화하였다. 사육기간동안 비중은 1.0220-1.0240였으며, 환수는 유수식으로 일일 2-5회전하였으며 30톤 사각수조에서 실내사육을 하였다. 실내사육조에서 사육하면서 방류 전 2일간 절식을 하였으며, 해상에서의 중간육성은 실시하지 않았다.

방류용 치어는 85일령 (45±6 mm) 3만미를 선별하고 Magnetic Tag (Mark IV, Northwest Marine Technology Inc. USA)을 이용한 wire chip을 두부 후미의 등근육에 주사하여 표지하였다. 표지한 후 3일째 chip의 탈락 유무를 판단하는 QC-test (quality control-test) 결과 99.2% (n=100, 5반복)의 장착 성공율을 보였다.

방류해역은 전라남도 여수시 가막만 해역으로써 돌산도의 송도 앞바다 약 300 m 지점에 수심은 30 m이며 방류지점을 중심으로 방류직후 해안쪽으로 향하는 습성을 감안하여 해안을 향해 정점 1, 2, 3을 선정하고, 외향으로 정점 4를 정하였다 (Fig. 1). 단, 방류지점에 따른 해양환경평가로써 정점의 범위를 방류당일의 영향권으로 한정하였다.

방류해역에 대한 해양환경조사는 수온, 염분 및 chlorophyll a 농도에 대해 광도 및 형광센서가 부착되어 있는 Submersible Fluorometer (Alec Co., ACL 1151-D)를 이용하여 표층에서 저층까지 1 m 간격으로 연속 측정하였다. 엽록소의 경우 측정값의 보정을 위해서 일부 관측점의 표층에서 해수 500 mL를 채수하여 분광광도법 (SCOR-Unesco, 1966)으로 측정하고 보정하였다 (OSJ, 1985). 부유성 먹이생물의 관찰은 동물성 플랑크톤 네트를 이용하여 채집하였으며, 부유성 플랑크톤의 수중분포 및 해저지형의 특성파악과 방류어군의 이동탐지를 위하여 계량어군탐지기 (DT-5000/Dual Beam방식, Biosonics사)를 이용하여 조사한 후, 에코그램 (Echograms)으로 나타내었다. 치어의 채집은 통발과 후리자망을 이용하여 채포하였으며, 스킨스쿠버 다이빙을 통해 방류어군의 행동 및 서식지를 관찰하였다.

방류어의 확인은 휴대용 magnetic sense를 이용하여 채포된 감성돔 치어의 후두부에 접촉한 후 발생음을 확인함으로써 방류어 여부를 확인하였고, 체형 측정과 장 내용물은 건중량을

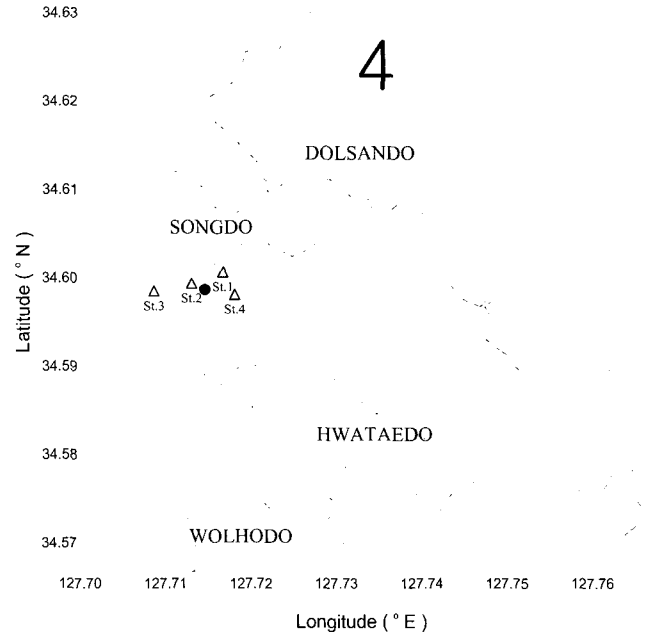


Fig. 1. Location of the study area in Gamak Bay, Korea. (●: releasing station, △: sampling station)

측정하여 먹이 포식율을 측정하였다. 건중량은 80°C 건조기에서 24시간 건조한 후 건조중량을 측정하였다 (AOAC, 1990).

방류조건에 대한 적합성 평가는 건묘성, 방류환경 및 관리에 대해 항목별로 주관적인 평가를 실시하였다. 각 평가항목에 대해 최적의 조건일 경우 5점, 최적보다는 다소 미약할 경우 4점, 보통 (위해하지 않는 범위)일 경우 3점, 위해의 가능성이 있어 개선이 요망될 경우 2점, 부적합하여 위해가 발생할 경우 1점으로 평가하였다.

방류에 따른 평가는 시간적인 흐름에 따라 어체표지 환경평가까지 방류시점을 중심으로 추적한 1회성 조사사이었으며, 해양환경에 대한 평년적인 자료는 참고문헌을 활용하여 대조하였다. 방류 후 추적조사는 15일간 실시하였다.

결 과

방류해역의 해양환경

조사해역의 표층수온은 24.0-24.5°C 범위이었으며, 수온약층 20 m 이하의 저층에서는 21-22°C 범위의 수온대를 이루었다. 정점 1, 2 및 3은 동일한 연직수온분포를 이루고 있으나, 정점 4에서는 5 m 층에서 1°C 가량 낮은 수온대를 형성하였다. 10 m 이하에서는 모든 정점에서 유사한 연직수온분포를 이루며, 표층과 저층의 수온차는 약 3°C이었다 (Fig. 2). 연중 수온을 표층, 중층 (10 m), 저층 (30 m)으로 구분하였을 때, 춘계에는 동일하게 12.7°C이었으며, 하계에는 22.0°C, 20.5°C, 20.0°C, 추계에는 21.4°C, 21.3°C, 21.3°C이었으며, 동계에는 최저수온 6°C까지 하강하는 수온의 분포 구조로 보고되었다 (Jeonllanamdo, 1994).

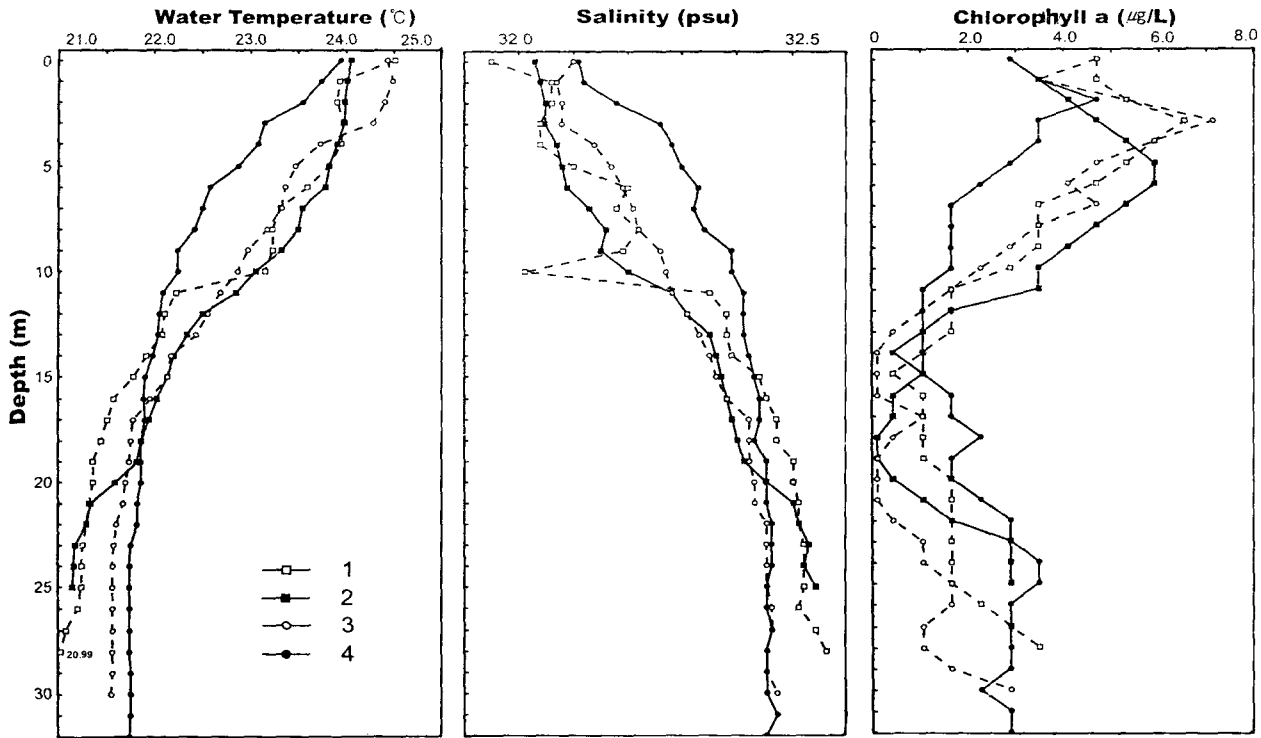


Fig. 2. Vertical profiles of water temperature, salinity and chlorophyll *a* in the releasing site. (1-4; sampling stations)

표층 염분도는 연안에서 가까운 정점 1, 정점 2가 32.0% 전후였으며, 정점 3과 정점 4는 32.1%로 나타났다. 수심 20 m까지 염분약층을 형성한 후 연직으로 32.5%의 염분 분포대를 나타내었다 (Fig. 2). 연중 염분도를 표층, 중층 (10 m), 저층 (30 m)으로 구분하였을 때, 춘계에는 동일하게 34.0%, 하계에는 33.5%, 33.6%, 33.7%, 추계에는 33.2%, 32.5%, 32.6%, 동계에는 표층 32.5%, 저층 33.5%로 보고되었다 (Jeonllanamdo, 1994).

표층 chlorophyll *a*의 양은 정점 1, 2, 3이 4.7 µg/L였으며, 정점 4는 2.9 µg/L를 나타내었다. 정점 1과 3은 3 m 수심에서 최대치 6.5, 7.1 µg/L을 나타내었으며, 이후 15 m 수심까지 격감하였고, 정점 2는 수심 5 m까지 연직적으로 6.0 µg/L까지 증가한 후 수심 14 m까지 격감하였다. 정점 4는 수심 2 m에서 4.7 µg/L의 최대치를 보인 후 수심 15 m까지 격감하였다 (Fig. 2). 연중 chlorophyll *a*의 변화를 표층, 저층 (30 m)으로 구분하였을 때, 춘계에는 4.50 µg/L, 4.53 µg/L이었으며, 하계에는 0.81 µg/L, 0.22 µg/L, 추계에는 1.93 µg/L, 3.53 µg/L, 동계에는 1.45 µg/L, 1.18 µg/L로 보고되었다 (Jeonllanamdo, 1994).

평년적인 변화에 대해 본 방류시점에서는 표층 수온이 2°C 가량 높았으며 저층수온은 유사하였고, 염분도는 약 1‰ 낮았으며, chlorophyll *a*는 2 µg/L 가량 높게 나타났다.

방류해역의 특성과 생물상

부유생물은 *Paracalanus parvus*, *Corycaeus affinis* 등의 요각류

와 *Bivalvia larvae*, *Gastropod larvae* 등의 다양한 유생이 서식하고 있었으며 (Table 1), 요각류가 전체의 약 90%를 차지하였으며, 그 가운데 약 80%는 *P. parvus*가 우점하는 것으로 나타났다. 이들 부유생물층은 계량어군탐지기에 의해 음과산란층 (SSL:

Table 1. List of zooplankton at releasing site

	Species
Copepoda	<i>Paracalanus parvus</i>
	<i>Corycaeus affinis</i>
	<i>Labidocera rotunda</i>
	<i>Calanus sinicus</i>
	<i>Pseudodiaptomus marinus</i>
	<i>Oithona</i> sp.
	<i>Candacia discandata</i>
	<i>Calanopia thompsoni</i>
	<i>Acartia omorii</i>
Cladocera	<i>Evadne tergestina</i>
	<i>Pennilia avirostris</i>
Cheatognatha	<i>Sagitta crassa</i>
	<i>Oikopleura dioica</i>
Protozoa	<i>Noctiluca scintillans</i>
Larvae	Bivalve larvae
	Gastropod larvae
	Decapod larvae
	<i>Balanus</i> larvae
	Polychaete larvae

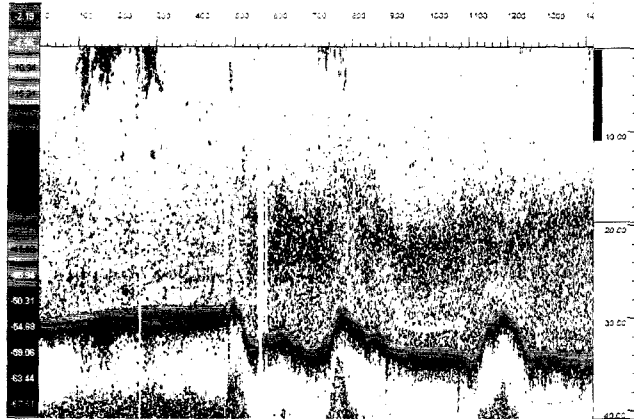


Fig. 3. Echograms showing the shallow scattering layer (SSL).

Shallowing scattering layer)이 수심 15-25 m 사이의 층에서 풍부하게 나타나고 있었다 (Fig. 3). 동물플랑크톤의 연중 현존량은 갑각류, meroplankton, 기타로 구분하였을 때, 춘계에는 각각 1393, 8, 8 inds/m³, 하계에는 2660, 0, 350 inds/m³, 추계에는 654, 152, 73 inds/m³, 동계에는 475, 7, 12 inds/m³로, 하계에는 88% 이상이 갑각류가 우점하는 것으로 보고되었다 (Jeonllanmdo, 1994)

방류해역에 인접한 송도 해안은 전체의 약 80%가 잘피 (*Zostera marina*) 해초지를 이루고 있으며, 참흙과래 (*Monostroma nitidum*), 구멍갈파래 (*Ulva pertusa*), 청각 (*Codium fragile*), 앞꼬시래기 (*Gracilaria textorii*), 진두발 (*Chondrus ocellatus*), 참곱슬이 (*Plocamium telfairiae*) 등의 해조류가 서식하고 있었다 (Table 2). 주변 해역에 대한 전체조사에서는 해조류가 총 60종 동정되었으며, 중요도 값 7 이상을 보인 종은 구멍갈파래 (*U. pertusa*), 패 (*Ishige okamurae*), 툇 (*Hizikia fusiformis*), 톱니모자반 (*Sargassum serratifolium*), 지충이 (*S. thunbergii*), 우뚝가사리 (*Gelidium amansii*), 붉은까막살 (*Carpopeltis cornea*), 도박 (*Pachymeniopsis elliptica*) 등으로 보고되었다 (Jeonllanmdo, 1994).

Table 2. List of marine algae at releasing site

	Species
Macro algae	<i>Monostroma nitidum</i>
	<i>Ulva pertusa</i>
	<i>Codium fragile</i>
	<i>Plocamium telfairiae</i>
	<i>Chondrus ocellatus</i>
	<i>Gracilaria textorii</i>
Sea grass	<i>Zostera marina</i>

방류해역에 서식하는 어류상은 치어군이 풍부하게 서식하는 잘피장을 중심으로 한 해중림에서 총 27종이 채집되었다 (Table 3). 이 가운데 베도라치 (*Enedrias nebuloso*) 45.6%, 실비늘치 (*Aulichthys japonicus*) 12.0%, 뱀에돔 (*Girella punctata*) 6.0%,

Table 3. Relative abundance of the fishes on releasing site

Species	Relative abundance (%)
<i>Enedrias nebuloso</i>	45.6
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	16.0
<i>Aulichthys japonicus</i>	12.0
<i>Girella punctata</i>	6.0
<i>Ditrema temmincki</i>	4.0
<i>Fugu niphobles</i>	2.2
<i>Konosirus punctatus</i>	2.0
<i>Chrysophrys major</i>	1.8
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	1.6
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	1.0
<i>Enedrias nebuloso</i>	1.0
<i>Lateolabrax japonicus</i>	1.0
<i>Sebastes marmoratus</i>	0.8
<i>Apogon semilineatus</i>	0.8
<i>Sagamia genionema</i>	0.6
<i>Sebastes schlegeli</i>	0.6
<i>Setipinna taty</i>	0.4
<i>Syngnathus schlegeli</i>	0.4
<i>Hemiramphus kurumeus</i>	0.4
<i>Dictyosoma burgeri</i>	0.2
<i>Rudarius ercodes</i>	0.2
<i>Limanda herzensteini</i>	0.2
<i>Agrammus agrammus</i>	0.2
<i>Seriola quinqueradiata</i>	0.2
<i>Argentina semifasciata</i>	0.2
<i>Hexagrammos otakii</i>	0.2
<i>Caranx sexfasciatus</i>	0.2
<i>llisha elongata</i>	0.2
27 spesies	100

망상어 (*Ditrema temmincki*) 4.0%, 복섬 (*Fugu niphobles*) 2.2%, 참돔 (*Chrysophrys major*) 1.8%, 감성돔 (*A. schlegeli*) 1.6%의 빈도로 출현하여 약 0.3 ha의 협소한 해역에 다양한 어종이 서식하고 있었다. 주변 해역에서 출현하는 여름철 어종으로는 참가자미 (*Limanda herzensteini*), 붕장어 (*Conger myriaster*), 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*), 베도라치 (*Pholis mebylosa*), 쌍둥가리 (*Parapercis sexfasciata*), 노래미 (*Hexagrammos agrammus*) 등의 순으로 많았으며, 이외에 밴댕이 (*Herklotsichthys zunasi*), 농어 (*Lateolabrax japonicus*), 보리멸 (*Sillago sihama*), 전갱이 (*Trachurus japonicus*), 성대 (*Chelidonichthys spinosus*), 양태 (*Platycephalus indicus*), 도화양태 (*Synchiropus altivelis*), 넙치 (*Paralichthys olivaceus*), 참가자미 (*L. herzensteini*), 서대 (*Cynoglossus joyneri*), 검복 (*Takifugu porphyreus*) 등으로 보고되었다 (Jeonllanmdo, 1994).

치어의 환경적응

방류 직후 치어의 일부 (10-20%)는 10여분간 방향성을 상실하고 표층을 유영하였으며, 주변의 갈매기 수심 마리가 무리지

어 낚아와 치어를 집중 포식하였고, 이후에 치어들은 바닥으로 향하여 점차 잠입하여 들어가는 현상이 관찰되었다.

방류지점을 중심으로 통발에 의한 채포도 결과 치어는 연안으로 점차 접근하여 3일 이후부터 5 m 이내의 수심에서 수십 마리 단위의 채포가 가능하였다. 치어의 포획에서 초기에는 표지 방류한 어군과 자연산 어군이 별도의 장소에서 분리되어 포획되었으나, 자연 먹이에 대한 적응이 이루어진 10일 이후부터는 방류어와 자연산 치어가 동일한 어군을 형성하여 무리를 짓는 것이 포획개체군의 구분 및 수중관찰에서 나타났다.

방류어군의 먹이 생물에 대한 적응은 장내 먹이생물량을 어체에 대한 건중량으로 환산하여 평가하였다 (Fig. 4). 방류 후 3일 동안은 포식활동이 미약하였으나, 5일 이후부터 포식량이 증가하기 시작하여 10일 후에는 6.4 mg/g body weight으로 포식된 먹이가 장내 면적의 일정량 이상을 차지하고 있었으며, 이는 습중량으로 어체중에 대해 약 0.5%를 차지하였다. 방류 12일 후에는 다소 증가하여 6.5 mg를 섭취하였으며 이후 안정적인 먹이섭취 경향을 보였다. 위 내용물은 주변어장에서 유출된 사료잔여물이 대부분이었으며, 10일 이후부터는 새우류의 포식이 일부 관찰되었다.

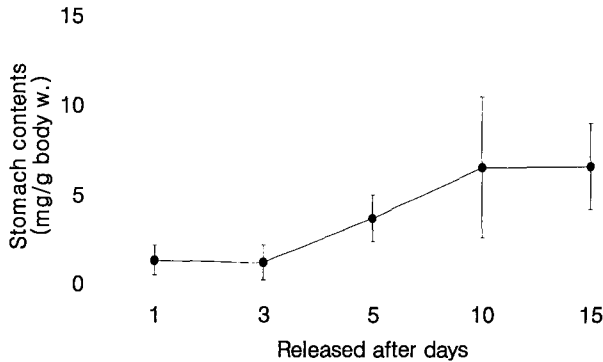


Fig. 4. Stomach content weight of the fries of black sea bream, *A. schlegeli*. (n ≥ 10).

방류조건에 대한 적합성 평가

감성돔 치어의 방류조건에 대한 적합성은 방류용 종묘로서의 건묘성, 방류 환경에 대한 안정성, 방류 후 관리로 구분하고 이에 따른 세부항목을 평가하였다 (Table 4).

건강도 평가에서 방류 감성돔은 방류용 치어의 생산이 아닌 일반 양성용 인공종묘생산방식에 준하여 생산되었으며 (2점), 해상가두리 등을 이용한 중간육성과정을 거치지 않았으며 (2점), 방류 방법은 비닐봉투에 산소를 주입한 포장방류와 바스켓을 이용하여 선상에서 1 m 높이로 낮추어 해면으로 직접 낙하시키는 방식을 취하는 등 수송 상에서 어체에 가해지는 스트레스 (2점)가 높은 것으로 평가되었다. 또한 방류직후의 도피력 (2점), 먹이 탐식력 (3점) 등의 환경 적응에 미약한 것으로 평가되었다. 이러한 요건에 따라 방류시점을 기준으로 한 건강도는 어체에 대한 위해의 가능성이 있으며 개선이

Table 4. Evaluation of the health condition of the fries, underwater environmental factors and administration measures on the fry releasing of brack sea bream *A. schlegeli*

	Items	Value*
Health condition index	Strengthening of fish	2
	Nursing in marine cage	2
	Fish stress on treatment	2
	Ability of escape	2
	Feeding on natural organisms	3
subtotal (mean)		11 (2.2)
Releasing environments	Water temperature (°C)	5
	Depth of water (m)	2
	Term	4
	Secret escape	5
	Prey	5
subtotal (mean)		21 (4.2)
Administration index	Protection of released fish	2
	Cognition of fisherman	2
	subtotal (mean)	4 (2)
Total (mean)		36 (3.0)

*5, very compatible; 4, compatible; 3, general; 2, improvement; 1, incompatible.

요망되므로 평균 2.2점으로 평가되었다.

방류환경에 대해서는 다양한 자연산 어종과 함께 감성돔이 자연 서식하고 있는 해역이며, 해중림과 암반 등이 조성되어 있어 피신처로서의 기능 (5점)과 먹이생물 공급장으로써의 기능 (5점)이 가능한 해역이었다. 다이빙에 의한 관찰에서 치어가 방류직후 직선적인 잠입을 보이지 않고 층중에서도 수평방향의 분산이 관찰되었으며, 20 m 이하에서는 빛의 투과가 약하고 어두운 환경이어서 방류 수심으로는 적합하지 못한 것으로 평가되었다 (2점). 방류시기는 여름철의 맑은 날씨이며 조수간만의 차가 적은 소조기를 택하였으며 (4점), 표층수온은 24°C, 저층은 22.5°C로써 감성돔 치어의 성육장으로써는 적정수온 (5점)이었다. 따라서 방류환경에 대해서는 평균 4.2점으로써 방류수심 이외는 적합한 환경으로 평가되었다.

방류어에 대한 주변관리에 대해서는 지역에서의 홍보에도 불구하고 어업인 어구의 규제, 보호구역의 설정, 치어 포획 금지 등과 같은 적극적인 사후조치 (2점)와 어민의 인식부족으로 인해 방류어에 대한 보호와 관리는 미흡 (2점)한 것으로 평가되어 관리적인 측면에서는 평균 2점으로 나타났다.

전체적으로 평점은 3.0으로써 본 감성돔 방류에 대한 적합성은 보통의 정도로 평가되어 3점 이하의 부분에 있어 개선점이 요구되었다.

고 찰

감성돔은 농어목 도미과의 해산어으로써 성어는 약 40 cm이며, 수심은 50 m 이내의 얇은 바닥에 해조류가 있는 사질이거나

암초지대에 주로 서식하며, 중부 이남의 서해안, 남해안, 거문도, 가거도, 추자도와 일본, 타이완, 중국 등지에 분포한다. 연안 정착 종으로 겨울철에는 깊은 곳으로 이동하였다가 수온이 상승하면서 연안으로 이동하고, 경계심이 강한 어종으로 알려져 있으며 갯바위 낚시 어종으로 인기가 높아 자원조성용으로 가치가 높다.

방류해역의 해양환경은 다양한 부유성 먹이생물이 존재하는 내만이며, 해중림을 형성하고 암반대를 갖추고 있는 지형으로서 감성돔의 서식환경으로 적합한 해역으로 판단되어진다. 또한 Jeonllanamdo (1994)의 해양환경조사는 본 방류해역을 중심으로 한 물리, 화학, 생물학적 해양환경이 어장환경으로써 적절한 조건을 갖추고 있는 것으로 보고하였다. 방류일시는 2001년 7월 30일로 전형적인 여름철 날씨였으며 표층수온이 24°C로 다소 수온이 높게 형성되었으나 저층수온이 약 21°C로 나타나 서식수온으로서는 적당한 것으로 평가되었다. Chlorophyll *a*의 양도 평균 4.5 µg/L로 기초생산력이 높은 해역이었으며, 염분도는 평균 32.0-32.5‰로 염분의 변동이 크지 않은 것으로 나타났다. 따라서 방류해역은 감성돔의 서식환경으로 적합한 것으로 평가되었다. 그러나 방류시 수심은 약 30 m로 바다까지 내려가서 안정을 취하기 위해서는 필요 이상의 깊은 수심이었으며 약 20 m 이하에서는 탁류에 의해 빛의 투과가 약하여 어두운 환경으로써 초기 안정에는 불리한 조건의 수심으로 평가되었다.

최초의 방류지점 (해안으로부터 300 m)에서 해중림이 형성되고 먹이가 풍부한 5 m 이내의 만까지 이동하는데는 약 3일이 소요되는 되는 것으로 조사되었다. 또한 일정 수심별로 통발을 설치하여 확산범위를 추적한 결과 초기 피신처에서 약 20일 가량 생활한 후, 수심이 다소 깊은 20-30 m 깊이의 암반지대로 이동하는 것이 밝혀졌다. 이러한 행동 반경의 변화는 방류어의 장내 먹이량의 관찰에서도 유사한 경향으로 나타났다. 방류 후 3일까지는 먹이에 대한 섭취량이 극히 미약하였으나, 5일 후부터는 포식 활동이 시작되어 10일 후에는 반복포식을 하는 것이 관찰되었으며, 특히 어군행동에 있어서도 10일경부터는 자연산 어군과 동일한 무리를 형성하는 것으로 관찰되었다. 금번 감성돔의 경우 해상에서의 중간육성을 거치지 않았기 때문에 먹이에 대한 포식력이 다소 늦은 것으로 생각되어진다.

방류어가 자연환경에 적응하기 위해서는 포식자로부터 자신을 보호할 수 있는 도피력이 있어야 하며, 먹이를 찾을 수 있는 능력 그리고 일정 기간동안 기아 환경변화에 적응할 수 있는 능력이 있어야 하며, 방류효과를 높이기 위해서는 대상 종묘의 적정 크기, 방류장소의 선정, 방류시기의 선택, 방류직 후 포식자에 의한 피해대책 그리고 방류 직후 감모의 원인에 대한 연구가 수행되어야 한다. 본 감성돔 방류에 대한 방류 조건의 적합성에서 방류환경과 추적 연구에 대한 방안은 높게 평가된 반면에 방류용 종묘로서의 적합성과 방류 후의 주변 환경과 어민에 대한 홍보는 미흡한 것으로 평가되었다.

금번의 방류에서 검토된 개선점으로써는 먼저 양성용 종묘

와 방류용 종묘가 구별되어 생산되어야 하며, 포식자에 대한 도피력과 먹이 포식력 증가 등의 환경적응을 위해서는 중간육성이 필요한 것으로 나타났다. 방류해역은 약 5 m 이내의 수심에서 해중림이 형성되어 먹이 생물이 풍부한 곳을 택하여 방류하는 것이 바람직하며, 낮은 수심에서 점차적으로 깊은 수심으로 적응을 하여 가면서 서식 범위를 확대시킬 수 있게 고려하는 것이 바람직하다고 생각된다. 방류 당일에 시간적인 부족으로 어체가 과격히 다루어지는 스트레스는 초기 감모에 큰 영향을 주므로 작업과정의 계획성은 방류자 중심의 계획에서 벗어나 방류어 중심의 계획이 수립되어야 할 것으로 생각된다. 한편, 지역 어민에 대한 적극적인 홍보와 자원 증식의 중요성이 인식되어 자발적인 규제 어업이 정착되어야 한다고 평가된다.

본 방류에 대한 평가는 향후 방류 사업의 개선방안으로 제시하며, 본 연구를 통해 나타난 문제점 또는 부적절한 요소들의 개선은 방류어의 생존율을 높이고 환경적응력을 높일 것으로 판단한다.

사 사

이 논문은 2001년 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다. (KRF-2001-037-HA0002)

참 고 문 헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemicals. Arlington, Virginia. 1298 pp.
- Jeonllanamdo. 1994. A study on the magnetic and reproductivity of the coastal fishing grounds in 1993. Res. Rep. Jeonllanamdo, Korea, 699 pp.
- Mattson, M.T., B.R. Friedman, D.J. Dunning and Q.E. Ross. 1990. Magnetic tag detection efficiency for Hudson river striped bass. Am. Fish. Soc. Symp., 7, 304-310.
- Nakano, H. 1993. Valuation Basis of Artificial Fish Fry. In: Condition of Healthy Seedling and Technics of Culture, Kitasiam, C. ed., Kouseigaku, Tokyo, pp. 9-18.
- Noh, C.H., H.J. Choi, Y.J. Park, K.P. Hong, C.W. Park and J.G. Myoung. 1999. Method for marking scales of juvenile black rockfish by immersion three chemicals. J. Aquacult., 12, 237-245. (in Korean)
- Norris, A.T., D.G. Bradley and E.P. Cunningham. 2000. Parentage and relatedness determination in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) using microsatellite markers. Aquaculture, 182, 73-83.
- Nielsen L.A. 1992. Methods of Marking Fish and Shellfish. L.A. Nielsen, ed. Am. Fish. Soc. Pre., Maryland, USA.

- 208 pp.
- OSJ (Oceanographic Society of Japan). 1985. A Guide of Oceanographic Observation. Kouseigaku, Tokyo, 428 pp.
- Parker, N.C., A.E. Giorgi, R.C. Heidinger, D.B. Jester, Jr., E.C. Prince and G.A. Winans. 1990. Fish-marking techniques. Am Fish. Soc. Sym., 7, Bethesda, Maryland. 125 pp.
- Sung, K.B. 1998. Artificial propagation of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in Korea. North Pac. Anadr. Fish Comm., Bull., 1, 375-379.
- Tsukamoto, K., S. Masuda, M. Endo and O. Otake. 1990. Behavioural characteristics of the Ayu, *Plecoglossus altivelis*, as predictive indicators for stocking effectiveness in river. Nippon Suisan Gakkaishi, 56, 1177-1186.

2003년 2월 7일 접수
2003년 7월 14일 수리