



감성돔 자·치어의 저염분 내성

박상용, 최운수¹, 장영진², 방인철*

순천향대학교 해양생명공학과, ¹한국어촌어항협회, ²부경대학교 양식학과

Low Salinity Tolerance of the Larvae and Juvenile of Black Porgy *Acanthopagrus schlegeli*

Sang Yong Park, Woon-Soo Choi¹, Young Jin Chang² and In-Chul Bang*

Department of Marine Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea

¹Korea Fisheries Infrastructure promotion Association, Seoul 110-780, Korea

²Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 609-737, Korea

Salinity tolerance on survival rate of 2, 4 and 6-week-old larvae and juvenile of black porgy *Acanthopagrus schlegeli* was investigated at 0, 7.5, 15, 22.5 and 30 psu for 21 days. In the 2 and 4-week-old larvae and juvenile (TL: 1.23 and 1.72 cm) were all died within 12 and 26 hours after to the 0 psu transfer, respectively. However, survival rate of other experimental group (7.5, 15, 22.5 and 30 psu) was significantly difference in the range between 27.3% and 95% ($P < 0.05$). However survival rate of 6-weeks-old juvenile (TL: 2.83 cm) were over 99.0% during experimental periods and they appeared in good health. There was no significant difference in survival those reared to the salinities of all experimental groups ($P > 0.05$). The present study suggests that the freshwater and saline groundwater of low salinity could be used to grow early juveniles of black porgy and it may be possible to culture in freshwater.

Key words: Black porgy, *Acanthopagrus schlegeli*, Low salinity tolerance, Survival

서 론

감성돔 *Acanthopagrus schlegeli*은 우리나라 남해안의 가두리 양식장에서 주로 양식되고 있는 주요 양식종으로 육상수조 및 노지를 활용하여 종묘생산이 이루어지고 있다. 또한 송어 *Mugil cephalus* 및 농어 *Lateolabrax japonicus*와 함께 염분 내성이 강한 광염성 어종으로서(Kimura and Tanaka, 1991) 그들이 가지고 있는 삼투조절능력을 활용하여 담수 및 기수 지역에 서식할 수 있는 능력을 지니고 있는 것으로 알려져 있다(Peters and Boyd, 1972; Deacon and Hecht, 1999; Kelly and Woo, 1999; Kelly et al., 1999).

이와 관련하여, 최근에는 해수와 담수에서 사육된 감성돔의 생리상태 비교(Min et al., 2005), 담수 양식 감성돔의 어육평가 및 수익성 분석(Min et al., 2006b), 담수 및 해수사육 감성돔의 생리활성과 성장에 미치는 갑상선 호르몬 효과(Min et al., 2006a) 등이 연구된 바 있다. 또한 광염성 어류 중 자·치어기를 대상으로 어린 송어 *M. cephalus*의 염분 농도별 성장과 생존을 비교(Chang et al., 1996), 농어 *L. japonicus*의 초기발달, 성장 및

생존율에 미치는 수온과 염분의 영향(Han et al., 2001), 자주복 *Takifugu rubripes* (Lee et al., 2005), 농어 *Lates calcariger*를 대상으로 다양한 염분도에 따른 내성(Jain et al., 2006) 등이 연구된 바 있지만, 실제 종묘생산 시 감성돔 자·치어를 대상으로 염분농도에 따른 담수 적응에 관한 연구는 이루어진 바 없다.

해산어류를 대상으로 낮은 염분도에 따른 내성 시기를 구명하는 것은 양식방법 및 사육환경을 변화시킬 수 있어, 향후 담수와 기수 양식 시 생산성을 높일 수 있으며 산업적 측면에서 매우 중요하다. 본 연구에서는 부화 후 2, 4 및 6주째 감성돔 자·치어를 대상으로 0, 7.5, 15, 22.5 및 30 psu의 다양한 염분 농도에 직접 수용하여 사육기간에 따른 생존율을 통한 염분내성 시기를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

실험어

본 실험에 사용된 감성돔 자·치어는 순천향대학교 해양수산연구소 육상수조(φ 7 m)에 수정란을 수용하여 부화시켜 사용하였다. 부화된 감성돔 자·치어의 사육은 성장 단계에 따라 영

*Corresponding author: incbang@sch.ac.kr

양 강화한 rotifer, *Artemia nauplius* 및 배합사료를 공급하면서 사육하였다.

다양한 염분변화에 대한 내성

급격한 염분변화에 대한 내성을 조사하기 위하여 부화 후 2, 4 및 6주째 감성돔 자·치어를 각각 50마리씩, 염분농도가 0, 7.5, 15, 22.5 및 30 psu로 설정된 10 L 소형사각수조(50×30×15 cm)에 직접 수용하여 21.0±0.5°C의 수온 조건에서 21일간 3반복 실험 하였다. 각 실험구별 생존율은 실험 개시 이후 매일 누적 폐사량을 계측하였고, 실험 종료시 최종 생존 개체수를 측정하였다. 모든 실험에서 염분 차이 외에는 실험 조건을 동일하게 유지 하였다.

통계처리

실험군의 생존율 결과 분석은 염분농도 및 실험어 크기에 대해 95% 신뢰구간에서 이원분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였다.

결과 및 고찰

부화 후 2, 4 및 6주째 감성돔 자·치어를 대상으로 21일 동안 염분내성을 실험한 결과, 부화 후 2주째(전장 0.74 cm) 자어 및 4주째(전장 1.72 cm) 치어는 0 psu 실험구에서 실험개시 후 각각 12 및 26시간 만에 모두 폐사하였지만, 6주째 치어(전장 2.83 cm)는 실험 종료시 99%의 높은 생존율을 나타내었다(Fig. 1 & Table 1, $P<0.05$).

부화 후 2주째 자어를 대상으로 한 7.5 psu 실험구에서는 실험 5일째부터 생존율이 감소하기 시작하여 10일째에 58%로 급격히 감소하였으며 실험 종료시는 27.3%를 나타내었다. 또한 15 psu 실험구에서는 실험 10일째까지 생존율이 72%까지 감소 되었으며 실험 종료 시에는 69.0%를 보였다(Fig. 1 & Table 1, $P<0.05$). 그러나 22.5 및 30 psu 실험구에서는 급격한 생존율 변화는 없었으며 실험 종료시 각각 88.0% 및 94.0%를 보였다(Fig. 1 & Table 1, $P<0.05$). 부화 4주째 자어는 7.5 psu 실험구에서 부화 2주째 자어에 비해 급격한 생존율 변화는 없었으며 84.0%의 최종 생존율을 보였다. 15 psu 실험구는 부화 2주째 자어에 비해 최종 생존율이 89.0%로 월등히 높은 경향을 보였으며, 22.5 및 30 psu 실험구에서도 최종 생존율이 90.0% 및 95.0%를 보였다(Fig. 1 & Table 1, $P<0.05$). 부화 6주째 치어는 모든 실험구에서 실험기간 동안 평균 99%이상의 생존율 보였다(Table 1, $P<0.05$). 이상의 결과를 바탕으로 이원분산분석(two-way ANOVA)을 수행한 결과, 감성돔 자·치어의 크기와 염분도가 생존율에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Table 1, $P<0.001$). 또한 자·치어의 크기와 염분도의 상호작용(interaction)도 생존율에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다($P<0.001$).

어류 양식시 기수 및 저염분 지하 해수 등 염분도가 다양한 사육환경의 활용은 양식산업 분야의 활성화, 어류질병의 억제

료, 유티 내수면 양식장의 활용 등 양식효율을 증대시킬 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 실험환경 및 조건, 실험어류의 생리적 특성 등으로 염분의 적응시기가 다소 상이하겠지만 자주복 *Takifugu rubripes* 치어(3.8~5.7 g)는 0 psu 실험구에서 48시간만에 폐사되어(Lee et al., 2005), 염분변화에 민감한 반응을 보여 본 실험의 부화 2주째 및 4주째 자·치어와 유사한 결과를 보였다. Min et al. (2002)은 감성돔을 해수에서 담수로의 급격한 염분변화는 강한 스트레스 반응이 폐사율을 증가시키는 경향을 보고 하였다. 또한 송어 *Mugil cephalus* 치어(전장 4.8 cm, 체중 1.0 g)의 경우, 0 psu에서 60일 동안 실험한 결과 62.0%의 생존율을 보였으며(Chang et al., 1996), 이는 광염성 어류일 지라도 극히 광범위한 염분범위 및 외부환경에서 체액 내 삼투 조절의 실패로 대사변동을 일으키게 되어 폐사에 이르게 된다고 지적하였다(Nordile, 1978; Wu and Fung, 1981). 본 실험에서도 부화 2주째 및 4주째 자·치어는 해수에서 담수로 직접적으로 적응될 수 있는 삼투압 및 이온 조절 등의 실패에 기인한 것으로 판단된다.

특히, 부화 2주째 자어를 대상으로 한 실험에서는 0 psu를 제외한 저염분에서 폐사율이 타 실험구보다 높았다. 이는 감성돔 자어의 부화 후 경과 일수를 기준으로 볼 때 자어가 치어기로 변태하는 시기(전장 1.5 cm전후; 김 등, 1991)로 삼투압 및 이온 조절 등의 실패 외에 형태, 기능적 변화 및 생리적 불안정화에 기인한 것으로 판단된다. 이와 같이 해산어류 자어의 성장, 발달 및 형태변화에 있어서 환경요인, 물리화학 및 생식생물학

Table 1. Survival rate on the acute salinity change in larvae and juvenile black porgy *Acanthopagrus schlegeli* during the experimental periods

Fish size	Salinity (psu)	Survival rate (%)
2-week-old (1.23 cm)	0	0 ^a
	7.5	27.3±2.1 ^b
	15	69.0±2.5 ^c
	22.5	88.0±1.5 ^e
4-week-old (1.72 cm)	30	94.0±1.5 ^f
	0	0 ^a
	7.5	84.0±1.0 ^d
	15	89.0±1.5 ^c
6-week-old (2.83 cm)	22.5	90.0±1.5 ^e
	30	95.0±1.0 ^f
	0	99.0±1.0 ^g
	7.5	100±0 ^g
Two-way ANOVA	15	99.0±1.0 ^g
	22.5	100±0 ^g
	30	99.0±1.0 ^g
	Interaction	$P<0.001$
Fish size		$P<0.001$
Salinity		$P<0.001$

Values (mean±S.E., n=50) in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different ($P<0.05$)

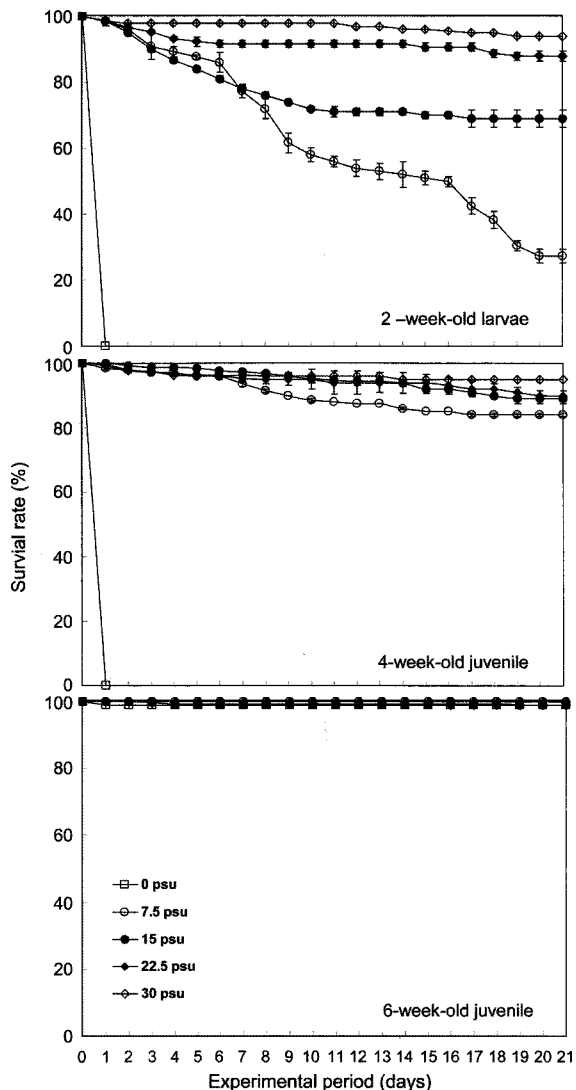


Fig. 1. Cumulative survival rate on acute salinity change in larvae and juvenile black porgy *Acanthopagrus schlegeli* during the experimental periods.

적 요인들은 초기 폐사가 매우 높고 치어기에는 형태 및 기능적 변화가 심한 시기로 알려져 있다(Seikai et al., 1986).

부화 후 6주째 치어를 대상으로 한 실험에서는 99% 이상의 생존율을 보였다. 이와 같은 생존율은 20 psu에서 15.3%의 가장 높은 생존율을 보인 부화 후 40일째 농어 *L. japonicus* 치어(전장 1.16 cm, Han et al., 2001)와 0 psu에서 81.7%의 생존율을 보인 송어 *M. cephalus* 치어(전장 13.6 cm, Chang et al., 1996)보다 월등하였으며 저염분과 담수에 적응할 수 있는 능력이 탁월한 것으로 판단되었다.

이상의 결과로 볼 때 감성돔을 해수에서 즉시 담수로 옮겨 사육할 수 있는 시기는 부화 후 6주째(전장 3 cm 전후) 개체로 판단되며, 부화 후 4주째(전장 2 cm 전후) 개체는 저 염분환경에도 사육과 양식이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 Chang et al. (2002)은 감성돔을 중간순화과정을 거치지 않고 곧장 해수

에서 담수로 옮겼을 때 염분변화가 강한 스트레스를 받고 있는 것으로 보고하고 있으며, 어린 송어 *M. cephalus*를 대상으로 염분농도에 따른 생존율 실험에서도 극단적인 염분농도의 차이를 가진 사육수로 어체의 수용은 폐사율을 증가시키는 요인으로 판단하였다(Chang et al., 1996).

따라서 감성돔 자·치어를 염분농도가 다른 사육환경에서 사육할 경우, 여러 생리학적 반응이 해수에서 사육할 때와 비슷한 수준으로 회복되는 시기와 안전성을 위해 담수로의 급격한 사육수의 변화보다는 단계적인 염분변화를 거치는 완화된 담수 순화 방법이 바람직할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Chang, Y. J., Y. C. Lee and B. K. Lee, 1996. Comparison of growth survival rates of juvenile grey mullets (*Mugil cephalus*) in different salinities. *J. Aquacult.*, 9(4), 311-320. (in Korean).
- Chang, Y. J., B. H. Min, H. J. Chang and J. W. Hur, 2002. Comparison of blood physiology in black porgy (*Acanthopagrus schlegeli*) cultured in converted freshwater from seawater and seawater from freshwater. *J. Kor. Fish. Soc.*, 35, 595-600. (in Korean).
- Deacon, N. and T. Hecht, 1999. The effects of reduced salinity on growth, food conversion and protein efficiency ration in juvenile spotted grunter, *Pomadasy commersonii*. *Aquacult. Res.*, 30, 13-20.
- Han, H.-K., D.-Y. Kang, S.-B. Hur and S.-W. Kim, 2001. Effects of temperature and salinity on early development, survival and growth rate in seabass, *Lateolabrax japonicus*. *J. Aquacult.*, 14(1), 14-27. (in Korean).
- Jain, A. K., G. Kumar and S. C. Mukherjee, 2006. Survival and growth of early juveniles of barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch, 1790) in inland saline groundwater. *J. of Bio. Res.*, 5, 93-97.
- Kelly, S. P. and N. Y. S. Woo, 1999. Cellular and biochemical characterization of hypo-osmotic adaptation in a marine teleost, *Sparus sarba*. *Zool. Sci.*, 16, 505-514.
- Kelly, S. P., I. N. K. Chow and N. Y. S. Woo, 1999. The haloplasticity of black seabream (*Mylio macrocephalus*): Hypersaline to freshwater acclimation. *J. of Exp. Zool.*, 283, 226-241.
- Kimura, R. and M. Tanaka, 1991. Prolactin production during larval and early juvenile periods of euryhaline marine fish, black sea bream *Acanthopagrus schlegeli*. *Bull. Jap. Fish. Soc. Sci.*, 57, 1833-1837.
- Lee K. M., T. Kaneko and K. Aida, 2005. Low-salinity tolerance of juvenile fugu, *Takifugu rubripes*. *Jap. Fish. Sci.*, 71, 1324-1331.
- Min, B. H., I.-C. Bang, W. S. Choi and Y. J. Chang, 2006b. Evaluation of fish flesh and profitability of black porgy (*Acanthopagrus schlegeli*) cultured in freshwater. *J. Aquacult.*, 19(1), 14-18. (in Korean).
- Min, B. H., C. Y. Choi and Y. J. Chang, 2005. Comparison of physiological conditions on black porgy, *Acanthopagrus*

- schlegeli* acclimated and reared in freshwater and seawater. J. Aquacult., 18(1), 37-44. (in Korean).
- Min, B. H., G. A. Noh, M. H. Jeong, D.-Y. Kang, C. Y. Choi, I.-C. Bang and Y. J. Chang, 2006a. Effect of oral administration of thyroid hormone on physiological activity and growth of black porgy reared in freshwater or seawater. J. Aquacult., 19(3), 149-156. (in Korean).
- Nordlie, F. G., 1978. The influence of environmental salinity on respiratory oxygen demands in the euryhaline teleost *Abbassis interrupta* Bleeker. Comp. Bioch. Phys., 59(A), 271-274.
- Peters, D. S. and M. T. Boyd, 1972. The effect of temperature, salinity and availability of food on the feeding and growth of the hogchoker, *Trinectes maculatus* (Block and Schneider). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 9, 73-80.
- Seikai, T., J. B. Tanangonan and M. Tanaka, 1986. Temperature influence on larval growth and metamorphosis of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* in the laboratory. Bull. Jap. Fish. Soc. Sci., 52, 977-982.
- Wu, N. Y. S. and A. C. Y. Fung, 1981. Studies on the biology of red seabream. 2. Salinity adaptation. Comp. Biochem. Physiol., 69(A), 237-242.
- 김용익·강충배·김병학·변순규, 1991. 감성돔, *Acanthopagrus schlegelii* (Bleeker)의 자·치어의 형태변화. 한국어류학회 춘계학술발표 요약집, 65-66.

원고접수 : 2009년 1월 29일

심사완료 : 2009년 2월 10일

수정본 수리 : 2009년 2월 14일