

## 곤쟁이, *Neomysis awatschensis*의 생존, 성장 및 산소 소비율에 미치는 염분의 영향

지정훈\* · 황운기<sup>1</sup> · 강주찬

부경대학교 수산생명의학과, <sup>1</sup>국립수산과학원 동해연구소

### Effects of Salinity on Survival, Growth and Oxygen Consumption Rates in the Mysid, *Neomysis awatschensis*

Jung-Hoon Jee\*, Un-Gi Hwang<sup>1</sup> and Ju-Chan Kang

Department of Aquatic Life Medicine, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea  
<sup>1</sup>East Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Gangneung 210-860, Korea

**Abstract** - Effects of salinity on survival, growth and oxygen consumption rates were examined in the mysid, *Neomysis awatschensis*. Mysids were exposed to various concentrations of salinity (0, 3.4, 6.7, 10.1, 13.4, 20.2, 27.4 and 33.6‰) for 40 days. Survival rate was significantly declined at below 6.7‰ after 40 days. Body length and daily growth rate of mysids exposed at below 6.7‰ salinity were significantly decreased than those of mysids exposed at above 10.1‰ salinity. Oxygen consumption rate of mysid exposed at salinity ranging of 10.1~33.6‰ during 40 days not greatly changed in comparison with that before salinity treatment, but that of mysid exposed at below 6.7‰ significantly decreased. These results indicated that low salinity concentration ( $\leq 6.7‰$ ) reduced survival, growth and oxygen consumption rates of the mysid suggesting potential influence on the natural mortality of *Neomysis awatschensis* in the estuarine and coastal areas.

**Key words** : *Neomysis awatschensis*, Growth, Oxygen consumption, Salinity, Survival

#### 서론

해양 생태계 내에서 생물의 생리변화에 영향을 미치는 외부 환경요인으로는 여러 가지가 있을 수 있지만, 담수 유입이 빈번한 하구 및 연안해역에서 쉽게 변하는 염분 농도는 수서생물의 생리활성에 많은 변화를 미칠 뿐만 아니라 (Kang et al. 2000; Shin et al. 2000), 생존에

도 악영향을 미치는 것으로 알려지고 있다 (Boyd and Watten 1989).

염분변화는 대사활동, 삼투조절 및 생체리듬 등에 영향을 주기 때문에 연어와 같은 회유성 어류와 기수와 담수를 오가며 서식하는 광염성 어류를 대상으로 (Morgan and Iwama 1998; Handeland et al. 2000; Kang et al. 2000) 삼투조절과 염분내성에 관한 연구들이 이루어져 왔으나, 이들 대부분이 경제적 가치가 큰 어류를 대상으로 이루어져 하구나 연안에 서식하는 다른 생물이 염분 변화에 의해 어떻게 적응 또는 영향을 받는지에 관한

\* Corresponding author: Jung-hoon Jee, Tel. 051-620-6146, Fax. 051-628-7430, E-mail. jeejh@mail1.pknu.ac.kr

조사는 미비한 실정이다.

하구 및 연안생태계에서 서식하며 어류나 갑각류의 중요한 먹이가 됨으로서 천해 생태계의 영양단계에 있어 매우 중요한 위치를 차지하고 있는(Lasink 1983; Rossouw 1983) 반부유성 갑각류인 곤쟁이, *Neomysis awatschensis*는 동계 저온기를 제외하고는 연중생식을 하여 여러 세대를 형성하는 특징을 가지고 있어(Choe, 1980), 해양의 생산성에 기여하는 바가 클 뿐만 아니라 채집 및 실내 사육이 간단해 독성실험 등에는 많이 이용되어 왔지만(Anderson et al. 1974; Hargreaves et al. 1982; Laughlin and Linden 1983), 염분과 같이 서식 주변 환경변화에 따른 생리적 변동을 조사한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 염분의 변화가 빈번한 하구나 연안 해역에서 서식하며 어류나 갑각류의 먹이 생물로 천해 생태계에서 중요한 위치에 있는 곤쟁이의 생존, 성장 및 산소소비율에 미치는 염분의 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

실험재료인 곤쟁이, *Neomysis awatschensis*는 1999년 3월 부산 다대포의 인근해역에서 손 그물로 채집하여 1시간 이내 실험실로 운반하여 400 l 순환식 여과수조에서 10일 이상 순치 시켰다. 이때 수온, pH, 염분 및 용존산소는 각각  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , 7.9~8.2, 32.8~33.2‰, 7.2~7.5 mg l<sup>-1</sup>의 범위였고, 먹이로는 *Artemia* sp.를 공급하였다.

### 2. 실험방법

실험은 PVC수조(52×36×30 cm)를 사용하여 순환식 방법에 의하여 실시하였고, 실험해수의 교환은 2일을 원칙으로 하였다. 해수의 염분농도는 33.6‰의 해수를 100%로 하여 각각 80(27.4‰), 60(20.2‰), 40(13.4‰), 30(10.1‰), 20(6.7‰) 및 10(3.4‰)를 천연담수와 혼합하여 조제하였고, 0%는 담수만을 사용하였다. 실험기간 중의 염분(Water Checker, U-10, Horiba, Ltd.)을 비롯하여 수온(봉상온도계), pH(pH meter, 250A, Orion Rtesearch Inc.) 및 용존산소(Model-250A, ATI Orion, Co.)는 1일 2회 측정하였다.

염분 농도별 생존 실험은 유사한 크기의 곤쟁이를 20 마리씩 선별하여 40일간 동시에 2회의 반복구를 설정하여 24시간마다 사망한 개체를 계수하여 생존율로 나타내었다. 성장은 200 ml의 병에 실험동물들 각각 1개체씩

투입하고 사육하면서 매일 탈피체를 수거하여 입체 현미경으로 미각장을 측정하였다. 실험동물의 체장은 안병의 기부에서 제6복절의 말단까지를 미각장은 제6복절의 말단에서 강모를 제외한 미각의 외지 끝까지 측정하였으며, 실험도중에 사망한 개체가 관찰되는 경우 사망 개체는 평균값의 개체가 사망한 것으로 판단하여 계산하였다.

곤쟁이의 산소소비율에 대한 실험은 생존과 성장실험과는 별도로 2개의 반복실험을 실시하였다. 산소소비율은 실험구별 10일 단위로 Kang et al. (1995)에 묘사된 유수식 순환방식 장치를 이용해 산소소비를 측정하였다. 산소소비량은 용존산소 측정기(Model-250A, ATI Orion, Co.)에 기록계를 연결시켜 10분 간격으로 6회 측정 후 평균값을 사용하여 단위건중당 산소소비량으로 나타내었다. 실험동물의 건중은 산소소비량의 측정이 끝난 후 산소검량병에서 개체를 끄집어 낸 후, 증류수로 행구고 항온건조기에 넣어 70°C에서 24시간 건조시킨 다음 측정하였다. 이들 결과에 대한 유의성 검정은 SPSS 통계 프로그램(SPSS Inc.)을 이용하여 ANOVA에 의해 평균간의 차이를 P<0.05에서 통계적 유의성을 판단하였다.

## 결 과

### 1. 생존

40일동안 다양한 염분에 노출시킨 곤쟁이의 생존율은 염분 20.2‰ 이상에서 실험 종료시 95% 이상을 나타내었고, 13.4와 10.1‰에서는 각각 90과 84%의 생존율을

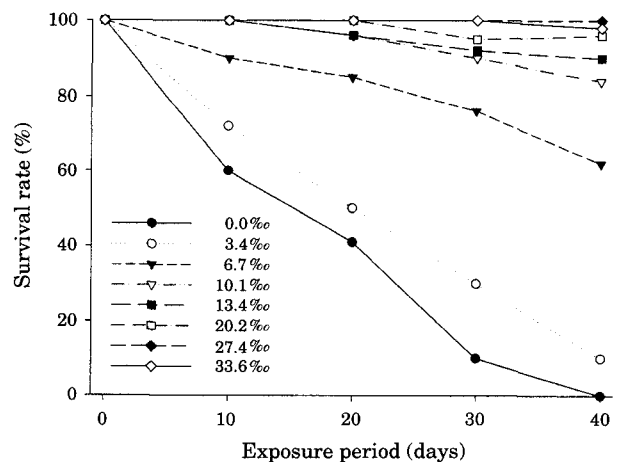
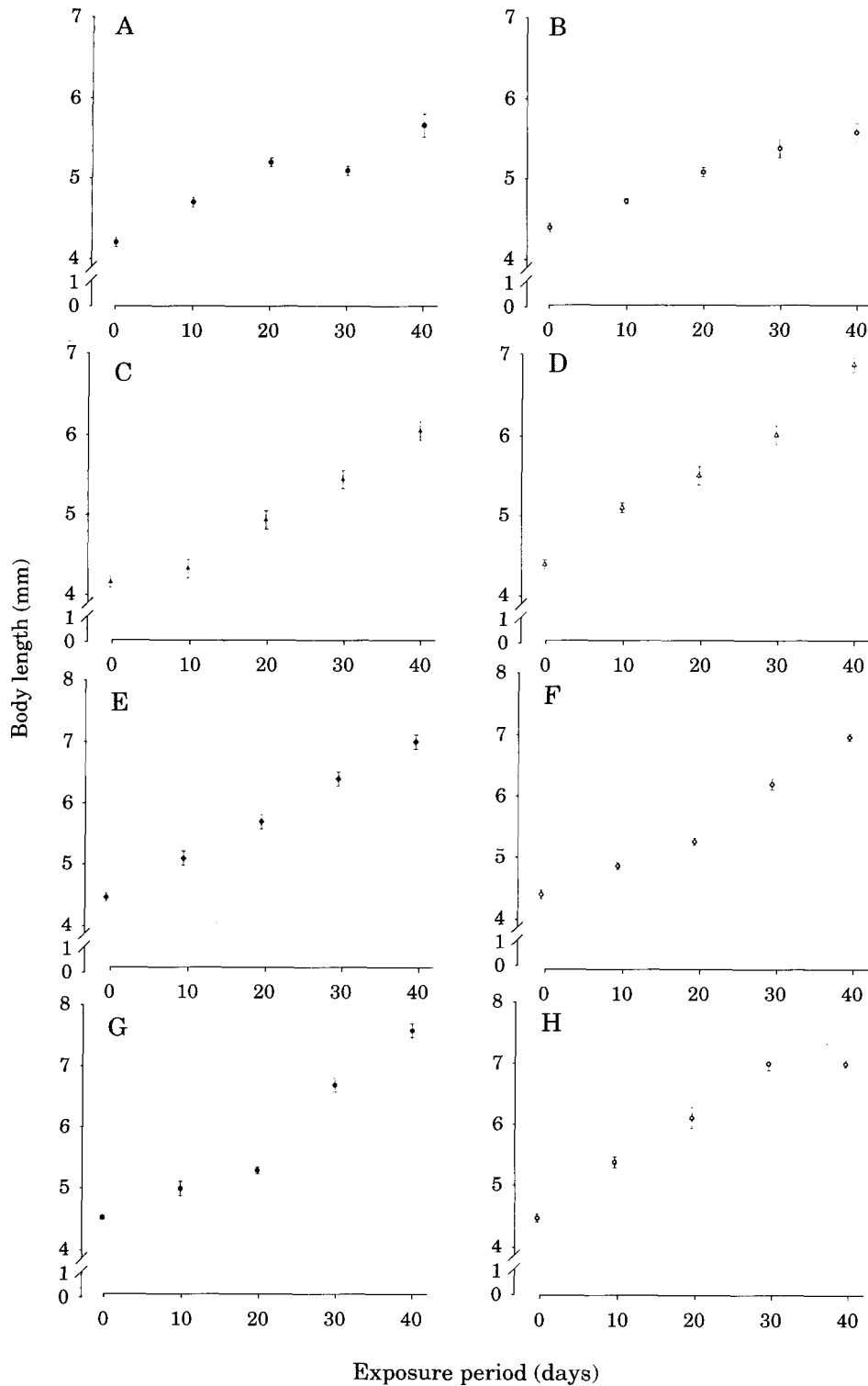


Fig. 1. Changes of survival rate in *Neomysis awatschensis* exposed to various concentrations of salinity during 40 days.



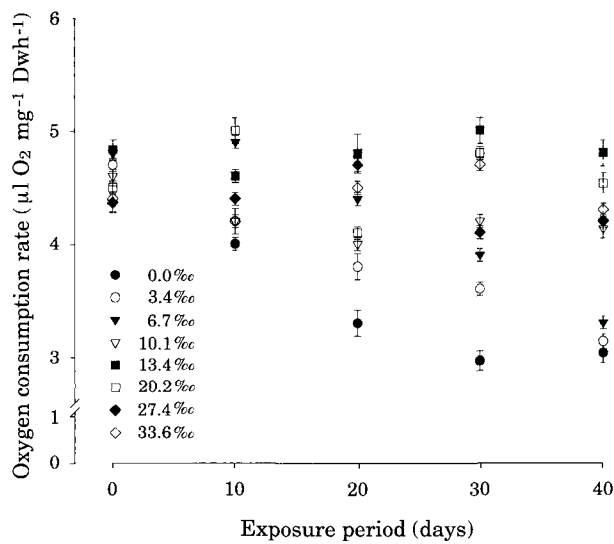
**Fig. 2.** Changes of body length in *Neomysis awatschensis* exposed to various concentrations of salinity during 40 days (A: 0.0‰, B: 3.4‰, C: 6.7‰, D: 10.1‰, E: 13.4‰, F: 20.2‰, G: 27.4‰, H: 33.6‰).

나타냈다. 그러나, 6.7‰ 과 3.4‰의 염분에 노출시킨 곤쟁이의 생존율은 실험기간 동안 계속적으로 감소하여,

40일째 각각 62와 10%로 27.4‰에 노출시킨 생존율에 비해 유의한 감소를 나타내었다 ( $P < 0.05$ ). 한편, 담수에

**Table 1.** Daily growth rates of *Neomysis awatschensis* exposed to various concentrations of salinity during 40 days

Salinity (‰)	Water quality			Body length (mm)		Mean growth rate (mm day <sup>-1</sup> )
	Temp. (°C)	DO (mg l <sup>-1</sup> )	pH	Initial	Final	
0	20±0.8	6.7±0.8	7.9±0.6	4.2±0.10	5.7±0.25	0.029
3.4	20±0.5	6.8±0.6	8.0±0.5	4.4±0.11	5.6±0.20	0.033
6.7	20±0.7	6.9±0.3	7.9±0.3	4.1±0.13	6.0±0.20	0.049
10.1	20±0.3	6.8±0.5	8.1±0.2	4.3±0.09	6.8±0.15	0.068
13.4	20±0.5	6.6±0.4	8.0±0.7	4.5±0.18	7.0±0.19	0.072
20.2	20±0.6	6.8±0.3	7.9±0.6	4.4±0.08	7.0±0.10	0.070
27.4	20±0.2	6.7±0.2	8.0±0.5	4.5±0.05	7.6±0.22	0.078
33.6	20±0.3	6.5±0.7	8.1±0.4	4.5±0.17	7.0±0.10	0.069

**Fig. 3.** Changes of oxygen consumption rate in *Neomysis awatschensis* exposed to various concentrations of salinity during 40 days.

노출시킨 곤쟁이의 생존율은 계속적으로 감소하여 40일째 모두 사망하였다(Fig. 1).

## 2. 성장

곤쟁이의 체장 증가에 미치는 염분의 영향과 일일 성장률을 Fig. 2와 Table 1에 나타내었다. 곤쟁이는 염분 10.1~33.6‰의 범위에서 실험개시시 체장 4.3~4.5 mm에서 40일 후에 6.8~7.6 mm로 성장하여 일일 평균성장률은 0.068~0.078 mm day<sup>-1</sup>로 유사한 체장의 증가를 나타내었다. 반면, 6.7‰ 이하에서는 일일 평균성장률 0.049 mm day<sup>-1</sup> 이하로 염분 농도가 감소할수록 곤쟁이의 성장은 감소하는 경향을 보여 최고 성장을 나타낸 27.4‰의 농도에 비해 유의한 차이를 나타내었다( $P < 0.05$ ).

## 3. 산소소비율

40일 동안 각 염분에 노출시킨 곤쟁이의 산소소비율의 변화는 40일째 염분 10.1~33.6‰에서는 4 µl O<sub>2</sub> mg<sup>-1</sup> DWh<sup>-1</sup> 이상의 높은 값을 나타내, 노출 전과 큰 차이가 없었지만 염분 6.7‰ 이하에서는 산소소비율이 30% 이상 감소해 염분 10.1~33.6‰에 비해 유의한 감소를 나타내었다( $P < 0.05$ ) (Fig. 3).

## 고 찰

외부환경 변화에 따른 해양생물의 체액 내 삼투조절 실패는 대사변동을 유발하며, 극단적인 경우에는 사망에 이르는 것으로 알려져 있다(Woo and Fung 1981; Boyd and Watten 1989). 본 연구에서도 40일간 10.1‰ 이상의 염분 농도구에서 곤쟁이의 생존율은 80% 이상을 나타냈으나, 6.7‰ 이하의 농도구에서는 60% 이하로 유의한 감소를 나타내었다. 또한, 담수의 경우에는 10일간의 노출로 생존율이 40% 감소하였으며 노출시간이 증가할수록 생존율이 점점 감소하여 40일째에는 0%의 생존율을 나타내 급격한 염분변화는 곤쟁이의 생존율을 감소시키는 것으로 나타났다.

염분에 따른 해양생물의 저항성은 서식지역에 따라 다양한 내성을 나타내 (Day et al., 1982), 하구와 연안 등의 기수지역에 서식하는 생물은 담수와 해수에서만 서식하는 생물보다도 염분에 대한 내성이 크다(Otto 1971; Blaber 1974; Martin 1990). 곤쟁이는 하구나 연안지역에 서식하는 광염성 갑각류로, 10.1~33.6‰의 넓은 염분에서도 생존에는 영향이 없는 것으로 나타났지만, 6.7‰ 이하의 농도구에서는 생존율이 급격히 감소하였다. Nordlie (1978)은 광염성 어류인 *Ambassis interrupta*의 경우에도 극히 광범위한 염분에서는 삼투조절의 실패로 사망한다고 보고하여, 본 실험에 있어서도 곤쟁이는 6.7‰ 이

하의 염분에서는 삼투조절에 실패해 생존율이 감소한 것으로 사료된다.

해양생물은 부적절한 환경에 노출되었을 때 증가된 스트레스를 경감시키기 위해 에너지 소모가 증가되어 궁극적으로 성장의 둔화가 나타나는 것으로 알려지고 있으며 (Pickering *et al.* 1989; Barton and Iwama 1991; Pickering 1992) 또한, 서식지역의 염분 변화에 대해서는 체내 항상성을 유지하기 위해 삼투 및 이온조절에 많은 에너지를 사용하는 것으로 알려지고 있다 (Morgan and Iwama 1991). 따라서, 삼투조절과 이온조절에 많은 에너지를 필요로 하지 않는 등장액의 환경조건에서 최적 성장이 이루어 질 것으로 사료된다. 본 실험에서도 곤쟁이는 10.1~33.7%의 범위에서 높은 체장 증가를 나타냈으며 6.7‰ 이하의 농도구에서는 10.1~33.7%에 노출된 곤쟁이의 체장 증가와 비교해 급격히 낮은 것을 알 수 있었다. 따라서, 곤쟁이는 6.7‰ 이하의 염분에서 삼투조절과 이온조절을 위하여 에너지 소비가 증가되어 성장이 둔화된 것으로 사료된다.

산소소비율은 외부 환경변화에 대한 생물체내의 대사 활동을 규정짓는 하나의 인자로서 생체리듬의 변동을 나타내는 생리적 지표로서 (Kang *et al.* 1995; Kim and Chin 1995) 염분의 영향을 받는 것으로 알려지고 있다 (Morgan and Iwama 1991). 기수역에서 서식하는 날개망둑, *Favonigobius gymmauchen*의 경우에 13.4‰ 이하의 염분 농도구에서 산소소비율이 급격히 감소하는 것으로 알려져 있지만 (Kang *et al.* 2000), 본 실험에서 곤쟁이의 경우에는 생존과 성장이 급격히 감소하는 6.7‰ 이하의 농도구에서 산소소비율도 급격히 감소해, 산소소비율과 같은 생리적 기능 저하도 생존과 성장을 감소시킨 하나의 요인으로 생각되어진다.

이상의 결과로부터 곤쟁이는 염분 13.4~33.6‰의 범위에서 정상적인 대사활동으로 인해 적절한 성장이 이루어질 것으로 생각되나 6.7‰ 이하의 염분 농도구에서는 생리기능 및 대사활성의 저하로 인해 정상적인 성장이 이루어지기 힘들 것으로 생각되며 또한, 삼투조절과 이온조절의 실패로 인해 사망률이 증가하는 것으로 사료된다.

## 적 요

곤쟁이, *Neomysis awatschensis*의 염분 내성을 파악하기 위하여 40일동안 다양한 염분에 노출시켜 생존, 성장 및 산소소비율에 미치는 염분의 영향을 조사하였다. 생존율은 6.7‰ 이하의 염분에서 40일 이후 현저하게 감

소하였다. 곤쟁이의 체장과 일간 성장률도 40일 이후, 6.7‰ 이하의 염분에서 10.1% 이상의 염분 농도구와 비교해 현저히 감소하였다. 산소소비율은 40일 동안 10.1~33.6‰에 노출된 곤쟁이의 경우에는 염분처리 전과 비교해 큰 변화를 나타내지 않았지만, 6.7‰ 이하에 노출된 곤쟁이의 산소소비율은 현저하게 감소하였다.

이상의 결과는 6.7‰ 이하의 낮은 염분 농도에서는 곤쟁이의 생존, 성장 및 산소소비율이 감소한다는 것을 나타내고 있으며, 하구나 연안지역에서 염분이 6.7‰ 이하로 낮아질 경우에 서식하는 곤쟁이의 자연 사망률에 잠재적으로 영향을 미칠 수 있다는 것을 암시한다.

## 참 고 문 헌

- Anderson JW, JM Neff, BA Cox, HE Tatem and GM Hightower. 1974. Characteristics of dispersions and water-soluble extracts of crude and refined oils and their toxicity to estuarine crustaceans. *Mar. Biol.* 27:75-88.
- Barton BA and GK Iwama. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Rev. Fish. Dis.* 19:3-26.
- Blaber SJM. 1974. Osmoregulation in juvenile *Rhabdosargus holubi* (Teleostei: Sparidae). *J. Fish Biol.* 6:797-800.
- Boyd CE and BJ Watten. 1989. Aeration systems in aquaculture. *Rev. Aquat. Sci.* 1:425-472.
- Choe SM. 1980. Biological studies on the Korean mysid, *Neomysis awatschensis* (Crustacea: Mysidacea). pp.8-20. Master thesis, Hanyang University (in Korean).
- Day JW, CS Hopkinson and WH Corner. 1982. An analysis of environmental factors regulating community metabolism and fisheries production in a Louisiana estuary, Kennedy, V.S., ed. Academic Press, New York, pp.121-164.
- Handeland SO, A Berge, B Bjornsson and SO Stefansson. 2000. Seawater adaptation by out-of-season Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts at different temperatures. *Aquacult.* 181:377-396.
- Hargreaves B, R Smith, CO Thompson and SS Herman. 1982. Toxicity and accumulation of naphthalene in the mysid *Neomysis americana*. pp.391-412. In *Physiological Mechanisms of Marine Pollutant Toxicity* (Vemberg FJ, eds.). Academic Press, New York.
- Kang JC, O Matsuda and P Chin. 1995. Combined effects of hypoxia and hydrogen sulfide on survival, feeding activity and metabolic rate of blue crab, *Portunus trituberculatus*. *J. Korean Fish Soc.* 28(5):549-556 (in Korean).

- Kang JC, P Chin, JS Lee, YK Shin and KS Cho. 2000. Effects of salinity on survival, growth and oxygen consumption rates of the juvenile gobiid, *Favonigobis gymnauchen*. J. Korean Fish Soc. 33(5):408-412 (in Korean).
- Kim CH and P Chin. 1995. The effects of dietary energy/protein ratio and oxygen consumption, ammonia nitrogen excretion and body composition in juvenile rockfish, *Sebastes schlegeli*. J. Korean Fish Soc. 28(4):412-420 (in Korean).
- Lasink TA. 1983. The impact of surf-zone fish communities on faunal assemblages associated with sandy beaches: a review. pp.88-93. In Sandy beaches as ecosystems (McLachlan A and T Tunk, eds.). Publishers, Hague.
- Laughlin RB and O Linden. 1983. Oil pollution and Baltic mysid: acute and chronic effects of the water soluble fractions of light fuel oil on the mysid shrimp *Neomysis integer*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 12:29-41.
- Martin TJ. 1990. Osmoregulatory in three species of Ambassidae (Osteichthyes: Perciformes) from estuaries in Natal. J. Zool. 25:229-234.
- Morgan JD and GK Iwama. 1991. Effects of salinity on growth, metabolism, and ion regulation in juvenile rainbow trout and steel head trout (*Oncorhynchus mykiss*) and fall chinook salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Can. J. Fish Aquat. Sci. 48:2083-2094.
- Morgan JD and GK Iwama. 1998. Salinity effects on oxygen consumption, gill Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase and ion regulation in juvenile coho salmon. J. Fish Biol. 53:1110-1119.
- Nordlie FG. 1978. The influence of environmental salinity on respiratory oxygen demands in the euryhaline teleost. *Ambassis interrupta* Bleeker. Comp. Biochem. Physiol. 59A:271-274.
- Otto RG. 1971. Effects of salinity on the survival and growth of premolt coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). J. Fish Res. 28:343-349.
- Pickering AD, TG Pottinger and JF Carragher. 1989. Differences in the sensitivity of brown trout, *Salmo trutta*, and rainbow trout, *Salmo gairdneri richardson*, to physiological doses of cortisol. J. Fish Biol. 34:757-768.
- Pickering AD. 1992. Rainbow trout husbandry: management of the stress response. Aquacult. 100:125-139.
- Rossouw GJ. 1983. The importance of non-teleost fishes (Elasmo-branches) in the surf zone with special reference to *Rhinobatus annulatus*. pp.75-85. In Sandy beaches as ecosystems (McLachlan A and T Tunk, eds.). Publishers, Hague.
- Shin YK, JA Lee and P Chin. 2000. The effect of dissolved oxygen and salinity on oxygen consumption and ammonia excretion in the mysid, *Neomysis awatschensis*. J. Korean Fish Soc. 33(2):110-114 (in Korean).
- Woo NYS and ACY Fung. 1981. Studies on the biology of red sea bream. 2. salinity adaptation. Comp. Biochem. Physiol. 69A:237-242.

(Received 6 January 2003, accepted 20 February 2003)