

수온, 자어밀도 및 먹이공급량에 따른 붉은꼼뱅이,
Sebastiscus tertius 자어의 성장과 생존율

김광수 · 임상구 · 김철원 · 허성범*

국립수산진흥원 완도수산 종묘시험장

*부경대학교 양식학과

Water Temperature, Rearing Density and Feeding Rate on Growth and Survival Rate of Red Marbled Rockfish, *Sebastiscus tertius* Larvae

Kwang-Soo Kim, Sang-Ku Lim, Chul-Won Kim and Sung-Bum Hur*

Wando Hatchery, National Fisheries Research and Development Institute, Wando 537-800, Korea

*Department of Aquaculture, Pukyong National University, Nam-gu, Pusan 608-737, Korea

This study was performed to investigate the effects of water temperature and stocking density and rotifer density on the mass production of larval red marbled rockfish, *Sebastiscus tertius*.

Total length of the marbled rockfish larva grown in 23°C of water temperature were 10.80 mm, which was the best, while those grown in 29°C of water temperature were 6.28 mm, which was the lowest. The survival rates of red marbled rockfish larvae grown in 20°C and 23°C were 24.0% and 18.5%, respectively. However, the survival rate of red marbled rockfish larvae grown in 26°C was 7% and no larvae survived in 29°C.

The total length of red marbled rockfish larva stocked at the density of 5 and 10 larva per liter of water were high, which were 11.52 mm and 11.22 mm, respectively, but those stocked at the density of 30 larva per liter of water were 7.55 mm, which was the lowest. The survival rate of red marbled rockfish larva stocked at the density of 2.5 larva per liter of water was 52.0%, which was the best, but the lowest, 18.0% for the red marbled rockfish larva stocked at the density of 30 larva per liter. There was a trend toward decrease in survival rate of red marbled rockfish larva as their stocking density increased.

The survival rates of red marbled rockfish larva fed rotifers at the density of 10 and 5 individuals per ml were high, 48.5% and 48.0%, and their total lengths were 11.92 and 11.89 mm, respectively, which grew relatively fast. The survival rate and the total length of red marbled rockfish larva fed rotifers at the density of 30 individuals per ml were the lowest, which were 8.40 mm and 21.5%, respectively. Also, red marbled rockfish larva fed rotifers at the density of more than 20 individuals per ml achieved poor survival and growth.

These results indicated that the proper conditions for the mass production of larval red marbled rockfish were 23°C of water temperature, fish larva stocking density of 5 to 10 larva per liter of water and rotifers density of 5 to 10 individuals per ml as live feed.

Key words : Red marbled rockfish, *Sebastiscus tertius*, Growth, Survival rate

서 론

우리나라에 서식하는 양볼락과의 쏨뱅이속에는 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)와 붉은呻뱅이(*Sebastiscus tertius*)가 있으며 이들 종은 남해안, 제주도 및 일본 등에 서식하는 연안 정착성 새끼를 출산하는데 쏨뱅이의 출산시기는 12월~4월, 붉은呻뱅이는 4월~6월초순으로 알려져 있다 (Masuda et al., 1984 ; 한국동물분류학회, 1997). 붉은呻뱅이는 새우류, 어류, 조개류 등 저서동물을 섭식하며 전장 50cm, 체중 2kg 내외까지 성장하는 대형종으로 기호도가 높으며 수요가 많은 매우 고급 어종이다. 특히, 질병과 환경변화에 강하고 연중 어획이 가능하여 경제성이 높아 양식 품종의 다양화와 어족자원의 증강을 위한 적합한 품종으로 판단된다.

양볼락과 어종들에 대한 연구는 볼락(*Sebastes inermis*) 정소의 계절적 순환(Mizue, 1958), 연령, 성장 및 성숙(Mio, 1960)에 대한 연구와 흰꼬리 볼락(*Sebastes longispinus*)의 생활사(Takai and Fukunaga, 1971), 개볼락(*Sebastes pachycephalus*)의 초기 생활사(Shiokawa and Tsukahara, 1961), 성장 및 성숙(Shiokawa, 1962)과 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)의 초기 생활사 (김 등, 1991), 초기 성장(현파 노, 1996), 먹이 생물학적 연구(조, 1993), 염분, 사육밀도 및 먹이 공급량(명 등, 1998), 자어 산출과 초기 성장(박 등, 1993), 황점볼락(*Sebastes oblongus*)의 산출 생태와 자치어 사육(김, 1994) 및 출산과 자치어 사육(변 등, 1997), 난발생과 자어 기(Fujita, 1958), 성숙과 생식 주기(장 등, 1995) 등이 있다. 쏨뱅이에 관한 연구는 초기 생활사(김 등, 1997), 생식 생태(Mizue 1957, 1958), 식성과 성숙(Yokogawa and Iguchi, 1992) 및 생식년주기와 체내 자어 발달(배 등, 1998)에 관한 연구가 있으나 붉은呻뱅이에 관한 연구는 초기 생활사(김 등, 1998)만 되어 있을 뿐이다.

따라서 본 연구는 붉은呻뱅이의 인공 종묘 생산 기술 개발을 위한 최적 사육 환경을 구명하기 위

하여 수온, 자어 밀도 및 먹이 공급량이 자어의 성장과 생존율에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 붉은呻뱅이 자어는 전남 완도군 연안에서 어획한 어미를 국립수산진흥원 완도수산 종묘 배양장의 콘크리트 사각수조(4m × 2m × 0.8m)에서 사육 관리 중 산출된 것으로 표층에서 활발히 유영하고 있는 건강한 개체를 실험에 이용하였다. 수온은 가온하여 $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였으며 *Chlorella ellipsoidea*로 green water($10 \times 10^5 \text{ cells/mL}$)를 만들어 주었으며, 먹이 생물로는 L-type과 S-type이 혼합된 rotifer (*Brachionus plicatilis*)를 사용하였다.

1) 수온별 성장과 생존율

15톤 원형 수조에서 사육되고 있던 출산 직후의 자어(전장 3.68~3.73mm)를 대상으로 rotifer (10개체/mL)를 1일 2회 (10:00, 17:00) 공급하였다. 실험 구는 자연수온(13~16°C, 대조구), 17, 20, 23, 26, 29°C의 6구간으로 구분하였다. 실험 수조로는 250ℓ (해수량 200ℓ) 원형 플라스틱 수조를 이용하여 지수식으로 사육하다가 사육 7일째부터는 유수하였는데 유수량은 10 ℓ/h였으며 배수구 자어가 빠져나가지 않도록 그물망을 설치하였다. 최초 자어 사육 밀도는 15 개체/ℓ였으며 폭기는 자어에게 stress를 주지 않을 정도로 약하게 하였다. 자어의 전장은 5일 간격으로 30마리씩을 임의로 선택하여 만능 투영기(Nikon, V-12A, Japan)로 측정하였으며 실험 종료 시에 순간 성장률(IGR)은 Ricker(1968)식에 의하여 계산하였다. 또한 생존율은 Siphon으로 바닥의 사체를 모아 5일 간격으로 계수하여 환산하였다. 실험은 25일간 행하였으며 모든 실험 구는 2반복하였다.

$$\text{IGR} = \ln(L_t - L_0) / T$$

(IGR: 순간 성장률, L_0 : 최초 평균 전장,
 L_t : 최종 평균 전장, T: 성장 일수)

2) 자어 사육 밀도별 성장과 생존율

일령 10일된 건강한 자어(전장 4.18~4.28mm)를 250ℓ(해수량 200ℓ) 원형 플라스틱 수조를 이용하여 2.5, 5, 10, 15, 20, 30개체/ℓ 6구간으로 구분하였고 2반복 실험하였다. 유수량은 10ℓ/h였으며 배수구 자어가 빠져나가지 않도록 그물망을 설치하였다. 실험기간은 20일이었으며 수온은 가온하여 20±0.5°C로 고정시켰고 그밖의 먹이공급량과 계측방법 등은 수온별 성장과 생존율 실험과 동일하였다.

3) Rotifer 공급량에 따른 자어의 성장 및 생존율

사육 10일된 자어(전장 4.18~4.29mm)를 대상으로 20일간 실험하였으며 rotifer는 S-type으로 20톤 콘크리트 사각수조에서 수온 28±1.0°C로 C. ellipsoidea와 유지효모로 배양한 것을 사용하였으며 50μm net로 수확하여 깨끗이 세척한 후 1일 2회(10:00, 17:00) 공급하였다. 실험구는 5, 10, 15, 20, 30개체/㎡의 5구간으로 설정하였고 2반복 실험하였다. 자어는 지수식으로 사육하면서 매일 100ℓ씩 환수하여 주었다. 수온과 사육용기 및 계측방법은 자어 사육 밀도별 성장과 생존율 실험과 동일하였다.

실험 결과는 ANOVA-test를 실시하여 Tukey multiple range test로 평균간에 유의성을 검정하였다.

결 과

1) 수온별 자어의 성장과 생존율

수온에 따른 자어의 성장은 실험구별 차이를 보였으며 23°C 실험구에서 전장 10.80mm로 가장 좋게 나타났고 29°C 실험구에서 전장 6.28mm로 가장 저조하였다. 또한 20°C 실험구에서 전장이 9.32mm로 성장이 비교적 좋았으며 26°C 실험구에서부터는 고수온 일수록 점차 둔화되는 경향을 보였다. 순간성장률은 0.038~0.079의 범위였으며 23°C 실험구에서 0.079로 가장 높은 값을 나타났고 29°C 실험구에서 0.038로 가장 낮은 값을 보였다. 그밖의 실험구에서는 전장의 성장에 대한 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 1).

실험기간에 따른 수온별 자어 전장의 성장변화를 살펴보면 실험 10일경부터 23°C 실험구에서 매우 빠른 성장을 보였으며 29°C 실험구에서 실험종료시까지 거의 성장이 되지 않은 것을 알수 있었다. 그밖의 다른 실험구들 성장변화는 유사한 경향을 보였다(Fig. 1).

생존율은 실험종료시 모든 실험구에서 낮게 나타났다. 20°C와 23°C 실험구에서 각각 24.0%와 18.5%로 비교적 높게 나타났으나 29°C 실험구에서는 실험종료시에 자어가 전량 폐사하였다. 실험기간에 따른 생존율을 살펴보면 모든 실험구에서 실험 5일동안 40%이상의 높은 사망률을 보였으며 실험 20일까지도 비교적 높은 사망률을 보

Table 1. Effect of water temperature on growth of red marbled rockfish larvae, *Sebastiscus tertius* for 25 days

Water temperature (°C)	Rearing days						IGR
	0	5	10	15	20	25	
	TL (mm)	TL (mm)	TL (mm)	TL (mm)	TL (mm)	TL (mm)	
Control	3.69±0.15	3.91±0.12	4.49±0.24	5.49±0.15	6.29±0.19	8.75±0.21 ^b	0.065 ^b
17	3.73±0.31	4.42±0.34	4.82±0.27	5.26±0.41	6.45±0.29	8.72±0.34 ^b	0.064 ^b
20	3.73±0.30	4.25±0.31	4.92±0.20	5.64±0.24	6.80±0.35	9.32±0.33 ^{bc}	0.069 ^{bc}
23	3.63±0.25	4.18±0.18	4.88±0.25	6.73±0.29	9.68±0.39	10.80±0.48 ^c	0.079 ^c
26	3.72±0.27	4.15±0.45	4.30±0.31	5.21±0.27	6.30±0.45	8.30±0.34 ^b	0.061 ^b
29	3.68±0.11	4.12±0.42	4.22±0.29	4.95±0.27	5.51±0.37	6.28±0.34 ^a	0.038 ^a

TL: total length.

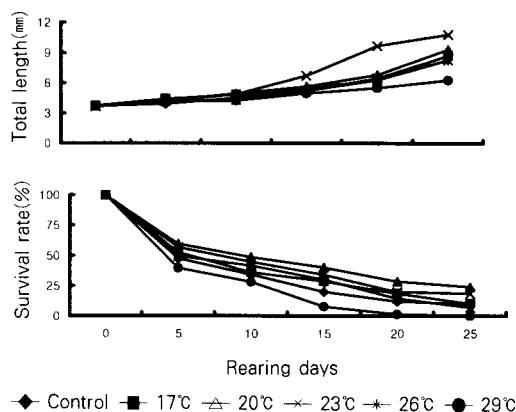


Fig. 1. Total length and surviava rate indifferent water temperature of red marbled rockfish larvae, *Sabastiscus tertius*.

였다. 특히 29°C 실험구에서는 실험 15일이 지난 후부터 10%이하의 매우 낮은 생존율을 보였다. 그리고 20°C와 23°C에서는 실험 20일부터 20% 이상의 생존율로 점차 안정이 되었다(Fig. 1).

2) 자어 밀도별 성장과 생존율

자어밀도에 따른 성장은 5개체/ℓ 와 10개체/ℓ 인 실험구에서 전장이 각각 11.52mm와 11.22mm로 가장 좋은 성장을 보였으며 2.5개체/ℓ 와 15개체/ℓ 실험구와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 자어밀도가 30개체/ℓ 인 실험구에서는 7.55mm로 가장 저조한 성장을 보였으며 20개체

/ℓ 실험구에서도 성장이 좋지 않았다. 순간 성장률을 살펴보면 5개체/ℓ 실험구에서 0.099로 가장 높은 값을 보였으며 30개체/ℓ 실험구에서 0.059로 가장 저조하였다(Table 2).

실험기간동안의 자어밀도에 따른 성장 변화를 살펴보면 실험 5일부터 성장차이가 나기 시작하였으며 실험종료시에는 자어밀도 20개체/ℓ 실험구를 기준으로 유의적인 성장차이가 나는 것을 알 수 있었다(Fig. 2).

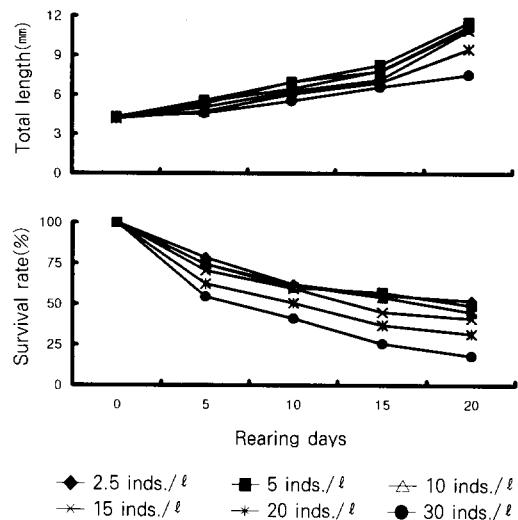


Fig. 2. Total length and surviava rate indifferent densities in larvae of red marbled rockfish larvae, *Sabastiscus tertius*.

Table 2. The total length of red marbled rockfish larvae, *Sabastiscus tertius* dependent rearing densities for 20 days

Amounts of larves(ind./ℓ)	Rearing days					IGR
	0	5	10	15	20	
	TL (mm)	TL (mm)	TL (mm)	TL (mm)	TL (mm)	
2.5	4.23±0.21	5.31±0.10	6.98±0.24	7.77±0.30	11.05±0.28 ^c	0.096 ^c
5	4.29±0.19	5.56±0.21	6.95±0.30	8.26±0.24	11.52±0.41 ^c	0.099 ^c
10	4.25±0.28	5.45±0.15	6.45±0.35	7.82±0.24	11.22±0.49 ^c	0.097 ^c
15	4.21±0.25	5.05±0.20	6.26±0.25	7.15±0.35	10.92±0.29 ^c	0.095 ^c
20	4.18±0.21	4.71±0.25	6.03±0.32	6.94±0.35	9.48±0.30 ^b	0.083 ^b
30	4.28±0.21	4.58±0.24	5.52±0.21	6.59±0.38	7.55±0.39 ^a	0.059 ^a

TL: Total length.

생존율은 자어밀도가 높을수록 생존율이 낮아지는 경향을 보였는데 자어밀도가 가장 낮았던 2.5개체/ℓ인 실험구에서 52.0%로 가장 높게 나타났다. 15개체/ℓ 이하의 실험구들에서는 생존율이 비교적 양호하였으나 30개체/ℓ의 실험구에서 18.0%로 매우 낮게 나타나 다른 실험구들과 유의적 차이를 보였다. 실험기간동안의 생존율 변화는 모든 실험구에서 실험 5일부터 나타나기 시작하였으며 자어밀도 15개체/ℓ 이하의 실험구들에서는 생존율의 유의적 차이가 보이지 않았다. 그러나 20개체/ℓ 이상의 실험구들과는 유의적인 차이를 보였다(Fig. 2).

3) Rotifer밀도별 자어의 성장과 생존율

Rotifer밀도에 따른 성장은 rotifer밀도가 10개체/㎖인 실험구에서 11.92mm로 가장 높게 나타났으며 15개체/㎖인 실험구에서도 11.89mm로 성장이 매우 좋았다. 그러나 30개체/㎖와 5개체/㎖인 실험구에서는 전장이 각각 8.40mm와 8.75mm로 가장 성장이 저조하여 다른 실험구들과 유의적인 차이를 보였다. 순간성장률은 0.071~0.102의 범위로 나타났는데 10개체/㎖와 15개체/㎖의 실험구에서 가장 높은 값을 보였다(Table 3).

실험 5일부터 성장차이를 보이기 시작하였으며 실험 15일부터는 10개체/㎖ 실험구와 15개체/㎖ 실험구가 매우 빠른 성장을 하는 것을 알 수 있다(Fig. 3). 생존율은 사육 5일까지는 모든 실험

구에서 사망률이 높게 나타났으며 10개체/㎖, 15개체/㎖의 실험구는 사육 15일부터는 안정적인 생존율을 나타내고 있다. 또한 5개체/㎖ 실험구에서는 공식현상이 나타났다(Fig. 3).

고 찰

붉은총뱅이처럼 새로운 양식대상종의 경우에는

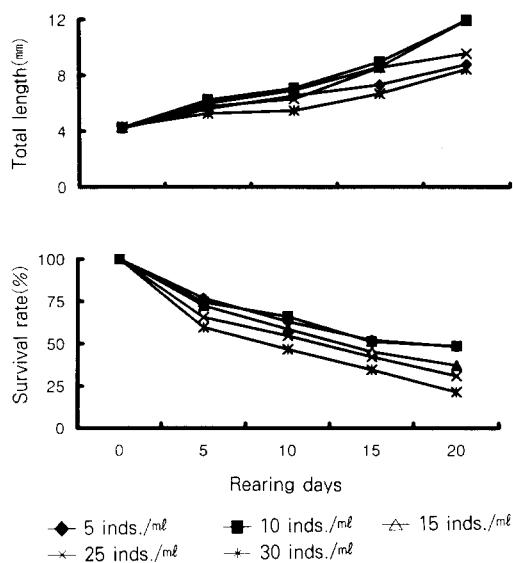


Fig. 3. Total length and survival rate indifferent densities with rotifer of red marbled rockfish larvae, *Sebastiscus tertius*.

Table 3. The total length and survival rate of red marbled rockfish larvae, *Sebastiscus tertius* dependent fed on rotifers

Amounts of rotifer (ind./ ℓ)	Rearing days					IGR
	0	5	10	15	20	
5	4.18 ± 0.18	5.59 ± 0.27	6.53 ± 0.31	7.29 ± 0.15	8.75 ± 0.29 ^a	0.076 ^a
10	4.25 ± 0.15	6.23 ± 0.19	7.06 ± 0.25	8.93 ± 0.25	11.92 ± 0.19 ^b	0.102 ^b
15	4.23 ± 0.24	5.97 ± 0.15	6.92 ± 0.19	8.57 ± 0.35	11.89 ± 0.32 ^b	0.102 ^b
20	4.25 ± 0.18	5.74 ± 0.20	6.30 ± 0.25	8.52 ± 0.25	9.52 ± 0.19 ^{ab}	0.083 ^{ab}
30	4.29 ± 0.29	5.26 ± 0.31	5.45 ± 0.29	6.66 ± 0.25	8.40 ± 0.30 ^a	0.071 ^a

TL: Total length.

인공종묘생산기술과 양성기술 확립을 위하여 초기자어의 최적사육환경을 구명하는 것이 필요하다. 사육 환경 중 수온은 어류의 대사와 성장 등에 큰 영향을 미치므로(Hunter, 1981; Herzig and Winkler, 1986), 종묘생산과 양성에 있어서 우선적으로 구명해야될 환경요인이다. 수온에 관한 연구는 어류의 수온 선택성(Britz and Hecht, 1987), 적정 수온(Hoornbeek et al., 1982; Bry et al., 1991)을 비롯하여 수온과 사료효율과의 관계(Corey et al., 1983 ; Goolish and Adelman, 1984) 등과 같은 많은 연구가 되어있다.

본 연구에서 붉은꼼뱅이 자어의 성장을 위한 최적수온을 알아본 결과 수온 23°C와 20°C에서 매우 좋은 것으로 나타났으나 26°C 실험구에서부터 성장이 점차 감소하여 29°C에서 성장이 매우 저조하였다. 따라서 붉은꼼뱅이 자어의 성장을 위한 수온 범위는 약 12~26°C로 추정되며 최적 수온은 20~23°C으로 판단된다. 또한 본 연구가 수행된 완도수산종묘배양장에서 1년간 치어(6~8 cm)를 사육해본 결과 25°C에서 성장이 가장 좋았던 것으로 나타나 초기 자어기를 제외하고는 약 25°C내외가 성장에 가장 적당할 것으로 판단된다. 이처럼 서식수온의 범위 내에서 수온이 높을 수록 성장률이 높아지는 것은 *Sardinops caerulea* (Lasker, 1964), *Onchohynchus nerka* (Brett, 1976) *Solea solea*(Fonds, 1979) 등에서 보고되었다. 또한 고수온인 29°C에서 성장과 생존율이 매우 낮게 나타난 것은 조피볼락의 경우 적정수온보다 수온이 높아지면 공급되는 먹이종류나 사육 방법에 관계없이 섭식능력이 저하되면서 성장이 저하된다는 보고와 일치한다(Ikehara et al., 1980).

한편 붉은꼼뱅이 자어의 성장은 23°C 실험구에는 실험 25일동안 7.17mm로 성장하였는데 박 등(1993)은 조피볼락 자어를 18°C에서 25일 사육하였을 때 42.9mm의 성장을 보고하였으며, 변 등(1997)은 황점볼락 자어가 13~15°C에서 55일간 사육했을 때 23.28mm로 성장하였다고 보고하였다. 이런 성장차이는 출산직후의 자어의 크기와 사육환경 및 각 종의 특성이 크게 영향을 주는 것

으로 생각되나 결과적으로 붉은꼼뱅이 자어의 성장은 조피볼락 자어에 비해서 매우 느리며 황점볼락 자어와는 거의 비슷한 성장속도를 보이는 것을 알수 있었다.

생존율은 20°C 실험구에서 24%로 가장 높게 나타났으며 전체적으로 매우 낮게 나타났다. 박 등(1993)은 조피볼락 자어 경우 약 43.5%, 변 등(1997)은 황점볼락 자어의 경우 약 41.3%로 보고 하여 본 연구결과와 큰 차이를 보였다. 이처럼 붉은꼼뱅이 자어의 낮은 생존율은 환경의 변화에 매우 민감하기 때문에 판단되나 앞으로 더 구체적인 연구가 필요할것으로 생각된다. .

붉은꼼뱅이 자어밀도에 따른 성장과 생존율을 알아본 결과 생존율은 자어밀도가 가장 낮은 2.5개체/ℓ 실험구에서 52.0%로 가장 높게 나타났으나 전장이 11.52mm와 11.22mm로 성장이 좋은 5개체/ℓ 와 10개체/ℓ 실험구가 경제적인 측면을 고려해서 적합한 사육밀도로 판단된다. 이것은 조피볼락자어의 최적 사육밀도를 5개체/ℓ (명 등, 1998)와 5.5~7.2/ℓ 개체 (岩本·芦立 1982)의 보고와 차이를 보이는데 이것은 조피볼락 자어나 황점볼락 자어에 비하여 붉은꼼뱅이 자어의 전장이 작기때문으로 판단된다. 또한 가장 고밀도인 30개체/ℓ 실험구에서는 공식현상이 일어나며 성장과 생존율이 가장 저조하였는데 이것은 먹이 생물의 부족때문으로 판단된다.

해산어류의 초기 먹이생물인 rotifer의 공급량은 넙치의 경우 부화자어 사육시 rotifer 공급량은 최초 2개체/ml, 부화 후 12일째에는 12개체/ml 정도가 양호하다고 보고하였으며(민, 1987), 조피볼락과 황점볼락 자어의 경우는 15개체/ml(조, 1993), 5~10개체/ml(변 등, 1997)로 보고하고 있다. 본 연구 결과는 rotifer밀도가 10개체/ml인 실험구에서 성장과 생존율이 각각 11.92mm와 48.5%로 가장 높게 나타나 넙치와 황점볼락의 rotifer 공급량과 비슷하였으며 조피볼락보다는 공급량이 적었다. 이러한 차이는 조피볼락 자어의 출산직후의 크기가 붉은꼼뱅이 자어의 크기보다 약 1.5 배 이상 크기 때문에 공급되는 rotifer량이 많았던

것으로 판단된다. 그러나 본 배양장에서 연구결과에 의하면 rotifer를 공급하는 기간은 조피볼락에 비하여 매우 길다는 것을 알 수 있었다. 또한 rotifer 공급밀도가 가장 높은 30개체/ ml 실험구에서는 성장과 생존율이 가장 저조하였는데 이것은 먹이의 과잉공급으로 인하여 수질악화를 초래한 결과와 일치한다(Johnson and Katavic, 1986).

본 연구결과 붉은꼼뱅이 자어의 성장과 생존율이 조피볼락보다 매우 좋지 않은 것을 알 수 있었다. 따라서 앞으로의 연구과제는 사육기술의 확립과 초기 먹이생물의 영양강화 등에 대한 구체적인 연구가 필요하다.

요 약

양식 신품종인 붉은꼼뱅이(*Sebastiscus tertius*)의 인공종묘생산기술 확립을 위하여 자어의 수온, 자어밀도 및 rotifer 밀도 등과 같은 적정사육환경을 조사하였다.

수온별 자어의 성장은 수온 23°C에서 전장 10.80mm로 가장 좋게 나타났으며 고수온인 29°C에서 6.28mm 매우 저조하였다. 생존율은 수온 20°C와 23°C에서 각각 24.0%와 18.5%로 높게 나타났으며 고수온인 26°C와 29°C에서 각각 7%와 0%로 매우 낮게 나타났다.

자어 사육밀도별 성장과 생존율을 알아본 결과 자어밀도가 5개체/ ℓ 와 10개체/ ℓ 인 실험구에서 전장이 각각 11.52mm와 11.22mm로 성장이 가장 좋았으나 30개체/ ℓ 인 실험구에서는 7.55mm로 가장 저조하였다. 생존율의 경우는 자어밀도가 가장 낮은 2.5개체/ ℓ 실험구에서 52.0%로 가장 높게 나타났으나 자어밀도가 높을수록 감소하는 경향을 보였는데 30개체/ ℓ 의 실험구에서 18.0%로 매우 낮게 나타났다.

Rotifer밀도별 자어의 성장과 생존율은 rotifer 밀도가 10개체/ ml 인 실험구에서 11.92mm와 48.5%로 가장 높게 나타났으며 5개체/ ml 인 실험구에서도 11.89mm와 48.0%로 매우 높게 나타났다. 그러나 30개체/ ml 인 실험구에서는 전장과 생존율이

각각 8.40mm와 21.5%로 가장 저조하였다. 또한 20개체/ ml 이상의 실험구들에서 성장과 생존율이 저조하였다.

참 고 문 헌

- Brett, J. B., 1979. Environmental factors and growth. In : W. S. Hoar, D. J. Randal and J. R. Barnett (Editors), Fish Physiology. Vol. VII. Academic Press. Olando, Florida, U.S.A., pp. 599-675.
- Britz, P. J. and T. Hecht, 1987. Temperature preferences and optimum temperature for growth of African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) larvae and post-larvae. Aquaculture, 63 : 205-214.
- Bry C., M. G. Hollebecq, V. Ginot, G. Isreal and J. Manelphe, 1991. Growth pattern of pike (*Esox lucius L.*) larvae and juveniles in small ponds under various natural temperature regimes. Aquaculture, 97 : 155-168.
- Corey, P. D., D. A. Leith and M. J. English, 1983. A growth model for coho salmon inculture, 30 : 125-143.
- Fonds, M., 1979. Laboratory observation on the influence of temperature and salinity on development of the eggs and growth of the larvae of *Solea solea*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 1 : 91-99.
- Fujita, S., 1958. On the egg development and larval stages of a viviparous Scorpanidae fish, *Sebastes oblongus* Gunther. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 24 : 475-479. (in Japanese)
- Goolish, E. M. and I. R. Adelman, 1984. Effects of ration size and temperature on the growth of juvenile common carp (*Cyprinus carpio L.*) Aquaculture, 36 : 27-35.
- Herzig, A. and H. Winkler, 1986. The influence of temperature on the embryonic development of three cyprinid fishes, *Aramis brama*, *Chalcalburnus chacoides mento* and *Vimba vimba*. J. Fish. Biol., 28 : 171-181.
- Hunter, J. R., 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In : R. Lasker (Editor), Marine Fish Larvae. Washington Sea Grant, Seattle, U.S.A., pp.33-77.
- Ikehara, K., M. Nagahara, Y. Yamada and K.

- Naiki, 1980. Fundamental studies for establishing rockfish, *Sebastodes schlegeli* during summer season. Bull. Jap. Sea. Reg. Lab., 31 : 57-63.
- Lasker, R., 1964. An experimental study of the effect of temperature on the incubation time, development, and growth of Pacific sardine embryos and larvae. Copeia, 2 : 399-405.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino, 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press, 437pp.
- Mizue, K., 1957. Studies on a scorpaenous fish *Sebastiscus marmoratus* (Cuvier et Valenciennes). I. On the monthly variation of gonad maturity. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 5 : 27-29.
- Mio, S., 1960. Studies of population biology of coastal fishes in Kyushu II. Biology of *Sebastiscus marmoratus* (Cuvier et Valencinnes). Oceanogr. WKS. Japan, 5 : 437-449.
- Mizue, K., 1958. Studies on a Scorpaenous fish *Sebasticus marmoratus* Cuvier et Valenciennes-II. The seasonal cycle of mature testis and the spermatogenesis. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 6 : 27-38.
- Ricker, W. E., 1968. Methods for assessment of fish production in fresh water. I. B. P. Handbook No. 3. Blackwell scientific publication, Oxford. 348pp.
- Shiokawa, T., 1962. Study on habits of coastal fishes in Amakusa Islands. 2. Growth and maturity of the purple rockfish, *Sebastodes pachycephalus* (Temminck and Schlegel). Rec. Oceanogr. Works Japan. Spec., 6 : 103-111.
- Yokogawa, K. and M. Iguchi, 1992. Food habit and maturation of marbled rockfish *Sebastiscus marmoratus* in southern coasral waters of the harima sea. Suisanzoshoku, 40 : 131-137.
- 김경민 · 강용진 · 김성철, 1997. 쏨뱅이 종묘생산기술개발 시험. 남해수산연구소 사업보고서, 1997 : 489-493.
- 김광수 · 임상구 · 한경호 · 오성현 · 노병율, 1998. 불은 쏨뱅이, *Sebastiscus tertius* (Barsukov et Chen)의 초기생활사. 1. 난의 형태 및 산출자치어의 성장에 따른 형태발달. 한국양식학회지, 12 : 15-24.
- 김승현, 1994. 황점불락, *Sebastes oblongus*의 출산 생태와 자치어 사육. 부산수산대학교 산업대학원 석사논문, 51pp
- 김용억 · 한경호, 1991. 조피불락, *Sebastes schlegeli*의 초기생활사. 한어지, 3 : 67-83.
- 명정인 · 고태승 · 김병균, 1998. 사육수의 염분도, 사육밀도 및 먹이공급량이 조피불락 *Sebastes schlegeli*의 초기 생존율에 미치는 영향. 수진연구보고, 54 : 47-55.
- 민병서, 1987. 넙치(*paralichthys olivaceus*)의 종묘생산에 관한 연구. 부산수산대학박사 학위논문, 175pp.
- 박승 · 노섬 · 김상근, 1993. 조피불락, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf)의 자어출산과 초기성장. 수진연구보고, 47 : 45-57.
- 배희찬 · 정상철 · 이정재 · 이영돈, 1998. 제주산 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)의 생식년주주기와 체내자어 발달. 한수지, 31 : 489-499.
- 변순규 · 김병하 · 한석중 · 문영봉, 1997. 황점불락, *Sebastes oblongus*의 출산과 자치어사육. 수진연구보고, 53 : 81-88.
- 장영진 · 임한규 · 변순규, 1995. 황점불락, *Sebastes oblongus*의 성숙과 생식주기. 한국양식학회지, 8 : 31-46.
- 조성환, 1993. 조피불락(*Sebastes schlegeli*) 자 · 치어의 먹이 생물학적연구. 부산수산대학석사 학위논문, 80pp.
- 한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집(곤충제외). 도서출판 아카데미서적, 서울, 489pp.
- 현충훈 · 노섬, 1996. 조피불락, *Sebastes schlegeli*의 초기성장에 관한 연구. 한국양식학회지, 9 : 25-42.
- 岩本明雄 · 芦立昌一, 1982. クロソイの種苗生産. 裁培技術. 11 : 35-42.