

붉은쏨뱅이, *Sebastiscus tertius*의 출산생태와 먹이계열

김광수 · 임상구 · 김철원 · 정장환

국립수산진흥원 완도수산종묘시험장

Birth Ecology and Food Proceeding of Larvae in Red Marbled Rockfish, *Sebastiscus tertius*

Kwang-Soo Kim, Sang-Ku Lim, Chul-Won Kim and Jang-Whan Jeoung

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

In order to understand the initial feeding time of larvae red marbled rockfish, *Sebastiscus tertius* changes of mouth size were investigated. Also, the fecundity of different size of red marbled rockfish broodstocks was measured. The broodstocks of red marbled rockfish, *S. tertius* of 32.3 ± 6.52 cm and larger than 45cm in total length spawned 296,648 and 600,000 larvae, respectively. About 50% was normal healthy larvae among the spawned ones.

Mouth sizes calculated by the angle mouth opening and upper jaw length for newly spawned red marbled rockfish larvae were 0.263, 0.197 and 0.132 mm at D, 0.75D and 0.5D, respectively, when the upper jaw length was 0.186 mm. Thereafter, 20 days old larvae showed 0.822, 0.617 and 0.411 mm in calculated mouth length at D, 0.75D and 0.5D, respectively, when the upper jaw length was 0.581 mm. As the red marbled rockfish larvae grows, their upper jaw length gradually increased. 2 days old red marbled rockfish larvae possibly started to feed rotifers and lasted their feeding for the another 35 days, relatively long periods compared with other larvae fish. And 25 days old larvae possibly fed the newly hatched *Artemia nauplii* and lasted their feeding for the another 20 days, like other larvae fish. The proper supplying time of artificial feeds for the red marbled rockfish larvae seemed to be around 10 days after spawning.

Key words : Birth ecology, Food, Red marbled rockfish, *Sebasticus tertius*

서 론

우리나라 해산어류 양식은 1970년대 자주복 인공종묘생산에 대한 연구를 시작으로 1980년대 후반부터 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 참돔(*Pagurus major*) 및 조피볼락(*Sebastes schlegeli*) 등의 인공종묘생산이 성공함으로써 이들종의 산업화 단계에 접어들었고 최근에 들어서는 이들 어종의 과잉생산 및 홍수 출하로 가격폭락의 우려가 있을뿐 아니라 다양한 소비자의 욕구에 부응할수 있는 새

로운 양식대상품종의 개발이 절실히 요구된다.

붉은쏨뱅이(*Sebastiscus tertius*)는 양볼락과 쏨뱅이속에 속하는 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 붉감펍(*Sebastiscus albofasciatus*)과 비슷하며 주로 남해안, 제주도 및 일본 등에 서식하는 연안 정착성 어종으로 생식 특성은 다른 볼락류과와 마찬가지로 교미를 통하여 체내에서 수정을 하여 자어를 출산하는 어류이다. 그러나 붉은쏨뱅이와 쏨뱅이는 생태적으로 많은 차이를 가지고 있는데 양볼락과의 볼락(*Sebastes inermis*), 황점볼락

(*Sebastes oblongus*) 등과 같이 쏨뱅이는 동계출산 종이고 붉은쏘뱅이는 춘계에 출산하는 특징을 가지고 있다. 체색과 크기는 쏨뱅이의 경우 적갈색에 가깝고 전장 30cm 정도까지 성장하나 붉은쏘뱅이는 붉은색을 띠며 전장 50cm, 체중 2 kg 내외까지 성장하는 대형종으로 매우 고급 어종으로 보고되고 있다(Masuda et al., 1984; 한국동물분류학회, 1997).

쏘뱅이에 관한 연구는 쏨뱅이의 초기 생활사(김 등, 1997)에 관한 연구와 생식 생태(Mizue, 1957, 1958), 식성과 성숙(Yokogawa and Iguchi, 1992) 및 쏨뱅이의 생식년주기와 체내 자어발달(배 등, 1998)에 관한 연구가 있으며 양볼락과에 속하는 어종들에 대한 연구는 조피볼락의 초기성장(현과 노, 1996), 먹이생물학적 연구(조, 1993), 염분, 사육밀도 및 먹이공급량(명 등, 1998), 자어출산과 초기성장(박 등, 1993), 황점볼락의 출산생태와 자치어 사육(김, 1994) 및 출산과 자치어 사육(변 등, 1997), 난발생과 자어기(Fujita, 1958), 개볼락(*Sebastes pachycephalus*)의 성장 및 성숙(Shiokawa, 1962) 등이 있다. 그러나 붉은쏘뱅이는 초기생활사(김 등, 1998)에 관한 연구 보고만 되어 있을 뿐 구체적인 연구가 필요한 실정이다.

한편 새로운 양식대상종의 인공종묘생산기술을 개발하기 위해서는 대상종의 생태·생리학적 특성에 대한 기초연구가 필요하다. 특히 자어의 출산생태와 자어의 초기 먹이계열을 구명하는 것이 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 양식대상종인 붉은쏘뱅이의 자어출산과 초기 자어의 먹이계열을 조사하여 인공종묘생산시 기초자료로서 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1) 자어출산

출산을 위한 붉은쏘뱅이 어미는 전남 완도군 연안에서 어획된 성어 100마리를 국립수산물진흥원 완도수산종묘시험장의 콘크리트 사각수조 (4m×2m×0.8m) 2개에 50마리씩 수용하여 1998년 2월

에서 5월까지 관리하였다. 사육은 깨끗한 여과해수를 70 l/min 유수시켰으며 먹이는 전갱이와 분말사료를 1:1로 혼합하여 제조한 모이스트펠렛을 매일 오전 09:00에 1회 공급하였으며 수조청소는 격일로 하였다. 이 시기의 수온은 10.8~13.8℃, 비중 1.024~1.026, DO 6.46~7.52 mg/l, pH 7.9~8.15 범위로 실험어 사육관리에는 지장이 없는 환경이었다. 인공종묘생산을 위하여 출산직전의 암컷 10마리를 15 ton 콘크리트 원형수조 2개에 옮겨 지수식으로 관리하였으며 1998년 5월 7일부터 수회에 걸쳐서 자어를 출산하였다. 출산 후 어미는 모두 다른 수조로 옮겨 관리하였으며 출산된 자어는 15ton 원형수조 4개에 분산시켜 사육하였다.

붉은쏘뱅이 어미로부터 출산된 정확한 자어량을 알아보기 위하여 복부가 팽만하여지고 생식공이 붉게 변화된 암컷어미 40마리를 임의로 선택하여 전장과 체중을 측정한후 복부를 절개하여 생식소의 중량을 측정한 후 생식소 1g속의 자어량을 만능투영기(Nikon, V-12A, Japan) 아래에서 계수하여 총자어량을 어체의 중량비로써 구하였다. 또한 출산후 체내 잔존한 자어량을 알아보기 위하여 출산한 어미 5마리를 대상으로 생식소내의 자어량을 조사하였다.

2) 자어의 입크기 변화와 먹이계열

출산된 자어는 15ton 원형수조에서 30개체/ml로 사육되었으며, 사육기간중에는 *Chlorella ellipsoidea*(1×10^6 cells/ml)로 green water를 하였고, 초기 먹이생물로는 L-type과 S-type이 혼합된 rotifer (*Brachionus plicatilis*), *Artemia nauplius*와 시중에서 판매되는 미립자사료를 공급하였다. 수온은 가온하여 $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 를 유지하였으며, 사육 6일째까지는 지수식으로, 7일째부터는 여과된 해수를 5 l/min로 유수하였다.

자어의 먹이섭취 시기를 알아보기 위하여 입크기 변화를 조사하였다. 실험기간동안 매일 자어 30마리를 임의로 선택하여 만능투영기(Nikon, V-12A, Japan) 아래에서 전장과 상악장을 측정하였

으며 입크기는 代田(1970)의 $D=AB \times \sqrt{2}$ 에 의거하여 구하였는데 개구각을 90, 45°를 각각 100, 50%의 개구율로 가정할 경우 75, 50%일때의 구경은 각각 0.75D와 0.5D로 표시하였다. 단 D는 입크기, AB는 상악장을 의미한다. 자어의 먹이섭취는 만능투영기하에서 시각적인 방법과 자어를 절개하여 소화관내의 먹이생물의 유무로써 판정하였다.

결 과

1. 자어출산

붉은썹뱀이 어미는 출산직전에 먹이를 먹지않고 수조의 어두운곳이나 은신처에 정지하고 있으며 출산시는 수조내를 유영하면서 생식공으로부터 자어를 출산하였다. 출산은 수회에 걸쳐 일어나며 출산된 자어는 바로 유영하는 것을 관찰할 수 있었다. 친어의 전장과 중량별 출산량을 알아본 결과는 Table 1과 같다. 실험어의 평균 전장은 37.28 ± 6.52 cm로 평균 체내 포란수 및 자어량은 296,648개체였으며 크기가 클수록 체내 자어량이 많았다. 구간별로는 전장 45cm이상 되는 실험어에서 631,833개체로 가장 많은 자어를 가지고 있었으며 30cm 이상의 어미들에서는 200,000개체 이상의 자어를 가지고 있었다. 전장(TL)과 체내 포란수 및 자어량(N)과의 상관관계식은 $N=0.7549e^{0.0918(TL)}$, ($R^2=0.90$)으로 표시되었다(Fig. 1).

실험어미 평균 체중은 $1,116.5 \pm 251.0$ g 이었고 평균 체내 포란수 및 자어량은 296,648개체였는

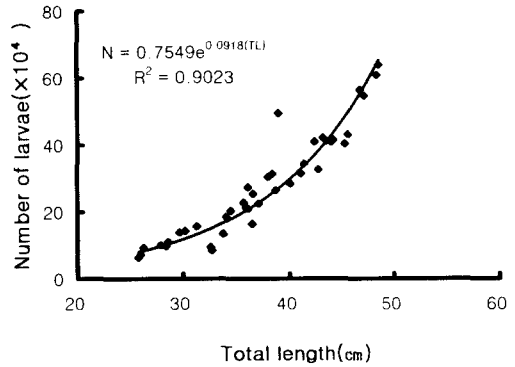


Fig. 1. Relationship between number of larvae (N) spawned total length(TL) of red marbled rockfish, *Sebastiscus tertius*.

데 2,000g을 기준으로 체내자어량이 큰 차이를 보여 체중 1,000g 이상의 친어에서는 300,000개체 이상의 자어량을 가지고 있었다. 체중과 체내 포란수 및 자어량과의 상관관계식은 $N=4.887e^{0.0014(BW)}$, ($R^2=0.89$)으로 표시되었다(Fig. 2).

출산직후 친어의 체내에 잔존한 자어량을 조사해 본 결과 1회 출산시 50%이상을 한꺼번에 출산하며 출산하지 못한 자어가 생식소내에 존재하고 있었다.

2. 자어의 입크기 변화와 먹이계열

해산어 자치어 적절한 초기 먹이생물의 공급시기는 입크기와 밀접한 연관이 있어서 자어의 성장에 따른 입크기 변화를 알아본 결과는 Table 2와 같다. 붉은썹뱀이 자어는 출산된 직후부터 입

Table 1. Fecundity of red marbled rockfish, *Sebastiscus tertius* depend on total length and body weight

Total length (cm)	Body weight (g)	Mean numbers of larvae (inds. + SD)
<25.9	<399	64,768 ± 5,900
26.0 ~ 29.9	400 ~ 799	102,471 ± 10,820
30.0 ~ 34.9	800 ~ 1,199	243,028 ± 45,600
35.0 ~ 39.9	1,200 ~ 1,599	367,509 ± 15,900
40.0 ~ 44.9	1,600 ~ 1,999	370,277 ± 58,600
>45.0	>2,000	631,833 ± 12,000
AVG 37.28 ± 6.52	AVG. 1,116.5 ± 251.0	296,648 ± 24,470

Table 2. Variations of mouth size of red marbled rockfish larvae, *Sebastes tertius* during the rearing period

Rearing period	Total length (mm)	Body weight (mg)	Upper jaw length (mm)	Size of mouse (mm)		
				D*	0.75D	0.50D
0	3.70	1.4	0.186	0.263	0.197	0.132
10	4.48	2.9	0.272	0.385	0.289	0.193
20	6.21	5.1	0.581	0.822	0.617	0.411
30	9.97	10.7	0.915	1.294	0.971	0.647
40	18.09	16.9	1.636	2.314	1.736	1.157
50	26.50	25.9	2.410	3.408	2.556	1.704

* $\sqrt{2} \times$ upper jaw length.

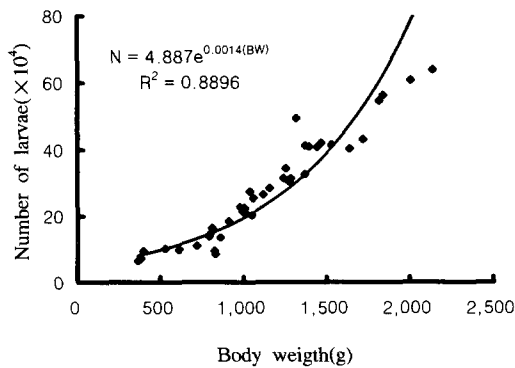


Fig. 2. Relationship between number of larvae (N) spawned Body weight(BW) of red marbled rockfish, *Sebastes tertius*.

이 열려 있었으며 출산 직후의 자어는 전장이 $3.70 \pm 0.52\text{mm}$, 중량 1.8mg , 상악장 크기가 0.186mm 일 때 입크기 D는 0.263mm , 0.75D 는 0.197mm 0.5D 는 0.132mm 로 계산되었다. 또한 사육 20일경에는 전장이 $6.21 \pm 0.33\text{mm}$ 중량 5.1mg , 상악장 크기가 0.581mm 로 급격한 증가를 보였으며 이때 입크기 D는 0.822mm , 0.75D 는 0.617mm 0.5D 는 0.411mm 로 계산되었다. 붉은쏨뱅이 자어의 입크기는 전체적으로 다른 어종에 비하여 입이 컸으며 사육 30일 이후부터는 전장에 대하여 입크기 비율은 약 13% 정도를 차지하는 것을 알 수 있었다. 한편 상악장(UL)과 입크기(MS)와의 상관관계식은 $MS = 1.1701\text{Ln}(UL) + 1.7396$, ($R^2 = 0.90$)으로 표시되었다(Fig. 3).

입크기를 기준으로 먹이공급시기를 판단해 보면 붉은쏨뱅이 자어는 출산직후부터 $100\mu\text{m}$ 내외의

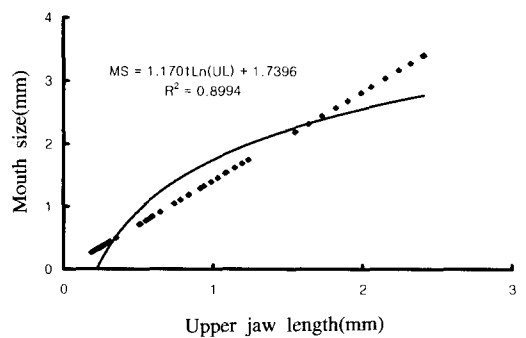


Fig. 3. Relationship between upper jaw length (UL) and mouth(MS) of red marbled rockfish larvae, *Sebastes tertius*.

S-type rotifer나 작은 크기의 L-type rotifer의 섭취가 가능할것으로 생각된다. 그러나 소화관 절개와 시각적인 관찰에 의하면 실제적인 첫 먹이 섭취는 산출 2일후부터 시작되었으며 rotifer 섭취기간은 약 35일로 다른 어종에 비하여 긴 것으로 나타났다. Artemia의 섭취는 사육 20일부터 가능할 것으로 판단되었으나 실제적인 섭취는 약 25일 전후부터 가능하였고 공급기간은 약 20일로 다른 어종과 비슷하였다. 그리고 배합사료의 급여는 사육 10일경부터 점차 사료 크기를 늘려가며 공급하였으며 생먹이생물에서 배합사료로의 먹이순치는 그다지 어렵지 않았다(Fig. 4).

고찰

붉은쏨뱅이는 현재 완전양식이 되지 않기 때문

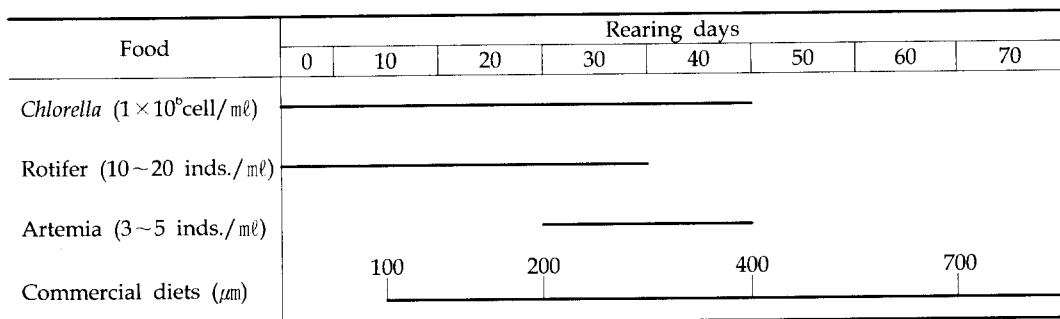


Fig. 4. Feeding regime for the rearing of red marbled rockfish larvae, *Sebastiscus tertius* in a pilot-scale tank.

에 자어를 생산하기 위하여 어획된 성숙한 어미를 사용하거나 미성숙 상태의 자연산 어미를 어획하여 일정 기간 순치, 성숙시킨 후 사용하고 있다. 이 종은 다른 볼락류와 마찬가지로 자어출산종인데 성공적인 인공종묘생산을 위해서는 양질의 자어를 대량으로 확보하는 것이 매우 중요하다.

본 연구에서는 붉은쏨뱅이의 정상적인 자어출산량을 알아보기 위하여 자어크기와 체중에 따른 포란량과 체내자어량을 알아본 결과 전장 45cm 이상, 체중 2,000g 이상되었을 때 체내자어량이 600,000개체 이상의 자어를 지니고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 출산후 어미 체내에 남아있는 자어량을 조사한 결과 체중 2,000g이상의 어미에서는 약 250,000개체의 자어가 체내에 남아 있는 것으로 보아 이들 어미의 정상 출산율은 약 55% 정도일 것으로 판단된다. 大瀧 (1986)는 누루시 볼락(*Sebastes vulpes*)의 경우 어미 1마리의 출산마리수가 51,000~82,000마리로 보고하고 있으며, 星畝 (1977)는 조피볼락의 경우 체중 1,420g일 때 170,000마리를 출산하였으며, 전장 50cm 이상일 때 350,000마리를 출산하였다고 보고하였다(清水·八幡; 1991). 또한 변 등(1997)은 황점볼락이 29.0~34.0cm일 때 25,000~37,000마리를 출산한다고 보고하였으며 정상적인 출산율은 조피볼락의 경우 62% (홍 등, 1990)과 57%(조, 1993) 정도로 보고하였다. 이런 결과로 보아 붉은쏨뱅이는 같은 춘계 출산어종인 조피볼락과 비슷한 출산량과 정상출산율을 보였으며 동계 출산종인 황점볼락이

나 누루시볼락보다 매우 많은 자어를 출산하는 것으로 나타났는데 이런 차이는 어미의 크기와 종간의 차이때문으로 판단된다.

일반적으로 난생어류보다는 체내에서 부화하여 어느 정도 성장한 후에 출산되는 난태생어류의 출산자어의 크기가 큰데 붉은쏨뱅이의 출산직후 자어의 전장은 3.60~3.85mm로써 쏨뱅이(大上等, 1978; Tsukahara, 1962)의 3.50~4.50mm와 크기가 비슷하였고, 조피볼락(星畝, 1977)의 6.5~7.2mm 및 황점볼락 7.25~7.50mm(Fujita, 1958)보다는 작은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 어미에 따라 차이가 있을 수 있으며, 종간에도 차이가 있을 것으로 생각된다.

해산어 자치어 사육에 있어서 성장에 가장 필요한 적절한 초기 먹이생물의 공급시기를 규명하는 것은 매우 중요한데(Eda, 1990), 적당한 공급시기를 맞추지 못할 경우 초기 대량폐사의 원인이 된다고 보고하였다(岡本 1969; 平野 1969). 이러한 먹이 공급시기는 입크기와 밀접한 연관이 있다.

현재 해산어 자치어 사육에 일반적으로 널리 이용되고 있는 먹이생물인 rotifer와 artemia (Nyonje and Radull 1991; Kinne 1977)의 적당한 공급시기를 알아보기 위하여 자어의 입크기를 조사한 결과 붉은쏨뱅이 자어의 출산직후의 입크기는 0.263mm로 참돔, 감성돔, 송어에 비하여 비교적 큰 것으로 판단되었으며 특히 입크기가 매우 적은 것으로 알려진 붉바리 자어의 6일 지난 자어의 입크기 0.235mm보다 큰 것을 알 수 있었다(이와

하. 1998).

代田(1970)은 먹이섭취가 활발한 해산자치어의 구경은 개구울 75%와 50%일때라고 보고하여 본 연구의 붉은쏨뱅이 자어는 출산직후부터 130 μ m 정도의 rotifer섭취가 가능할 것으로 생각되었으나 실제적으로 rotifer는 사육 2일후부터 자어 소화관에서 발견되었다. 이런 차이는 자어가 난황을 완전히 흡수하고 rotifer를 먹기 때문으로 생각되는데, 김 등(1998)은 붉은쏨뱅이 자어의 난황은 출산 1일 후에 완전히 흡수된다고 보고하였다 그리고 rotifer 공급기간은 약 35일 정도로 조피볼락, 넙치, 참돔의 7~20일 정도의 rotifer 공급기간 보다 매우 긴 것을 알 수 있었다. 이것은 각종에 따른 식성과 종묘생산방법의 차이때문으로 판단되며 보다 구체적인 연구가 되어야 할것으로 생각된다.

Artemia의 경우는 입크기로만 볼 때 사육 20일경에 섭취가 가능할 것으로 판단되었으나 사육 25일경부터 소화관에서 발견되어 시간적이 차이가 생기는데, 이것은 입크기에 비하여 소화기관의 발달이 늦으며 새로운 먹이생물로 변환이 늦기 때문으로 추측된다. Artemia 공급기간은 약 20일 정도로 다른 어종과 비슷하였으며, 변 등(1997)의 artemia가 황점볼락 자치어기의 초기 감모원인이 된다는 지적과 달리 초기 대량감모는 일어나지 않았다. 그러나 경제적인 여건을 고려해서 가능한 artemia 공급기간을 줄이고 배합사료로 순치할 필요가 있을것으로 판단된다.

배합사료의 경우는 사육 10일부터 공급하는 것이 적당하다. 渡邊 (1985)은 해산어 자치어의 경우 배합사료의 섭취여부는 주로 위선의 분화와 연관이 있고 위선이 충분히 발달해 있는 어류에서는 배합사료에 의한 사육이 용이하며 위선이 미분화된 어류는 배합사료의 소화흡수가 어렵다고 보고하였다. 또한 변 등 (1997)은 황점볼락출산 직후 자어에게 배합사료를 공급한 경우 전량 폐사하였다고 보고하였다. 그리고 붉은쏨뱅이와 같은 춘계 출산종인 조피볼락의 경우 위선 분화 시기는 산출후 10여일(渡邊 1985) 사이라고 보고

하여 본 연구결과와 비슷하였다.

따라서 본 연구결과 붉은쏨뱅이는 조피볼락을 대체할수 있는 양식대상종으로서 충분한 가능성이 있을 것으로 판단되며 자어 사육환경조건이나 먹이생물 부분에 대한 보다 구체적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

요 약

붉은쏨뱅이(*Sebastiscus tertius*)의 인공종묘생산 기술을 개발하기 위하여 자어의 출산생태와 초기 먹이제어를 조사하였다.

친어의 전장과 중량별 출산량을 알아본 결과 실험어의 평균전장은 37.28 \pm 6.52cm, 평균체중은 1,116.5 \pm 251.0g로 체내 자어량은 296,648개체였으며 전장 45cm이상, 체중 2,000g이상의 친어에서 600,000개체 이상의 많은 자어를 가지고 있었다. 또한 친어의 정상출산율은 약 50%정도로 나타났다.

초기 먹이생물의 공급시기와 밀접한 연관이 있는 입크기는 출산 직후 상악장 크기가 0.186mm 일 때 입크기 D는 0.263mm, 0.75D는 0.197mm 0.5D는 0.132mm로 계산되었으며 사육 20일경에는 상악장 크기가 0.581mm 일 때 입크기 D는 0.822mm, 0.75D는 0.617mm 0.5D는 0.411mm로 급격한 증가를 보였다.

먹이공급시기는 입크기와 다른 요인들을 기준으로 판단했을 경우 rotifer는 출산 2일째부터 크기가 작은 개체의 섭취가 가능하였으며, 공급기간은 약 35일간으로 비교적 길었다. Artemia의 섭취는 사육 25일 전후부터 가능하였으며 공급기간은 약 20일로 다른 어종과 비슷하였다. 그리고 배합사료의 급이는 사육 10일경부터 공급하는 것이 적당할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- Eda, H., R. Murashige, Y. Oozeki, A. Hagiwara, B. Eastham, P. Bass, C. S. Tamaru and C. S. Lee, 1990. Factors affecting intensive larval rearing of striped mullet, *Mugil cephalus*. *Aquaculture*, 91 : 281-294.

- 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)
- Kinne, O., 1977. Marine Ecology, Vol.III. Cultivation. Part 2. Cultivation of animals, A Wiley Interscience publ. New York, U.S.A., 1293pp.
- 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.
- Mizue, K., 1958. Studies on a Scorpaenous fish *Sebastiscus marmoratus* Cuvier et Valenciennes-II. The seasonal cycle of mature testis and the spermatogenesis. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 6: 27-38.
- Nyonje, B. and J. Radull, 1991. The effects of feeding freshwater chlorella, aker's yeast and culture selco on the culture of rotifer (*Brachionus* sp.). Surope. Aquacult. Soc., Spek. Pub., 15: 106-108.
- Shiokawa, T., 1962. Studies on habits of coastal fishes in Amakusa Islands. 2. Growth and maturity of the purple rockfish, *Sebastes pachycephalus* (Temminck and Schlegel). Rec. Oceanogr. Works Japan. Spec. 6: 103-111.
- Tsukahara, H., 1962. Studies on habits of coastal fishes in the Amakusa Island. Part 2, Early life history of the rockfish, *Sebastes marmoratus*. Rec. Oceanogr. Works Japan, Spec. 6: 49-56.
- Yokogawa, K. and M. Iguchi, 1992. Food habit and maturation of marbled rockfish *Sebastes marmoratus* in southern coastal 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 · 노병울, 1998. 붉은쏨뱅이, *Sebastiscus tertius* (Barsukov et Chen)의 초기생활사. 1. 난의 형태 및 산출자어의 성장에 따른 형태 발달. 한국양식학회지. 12: 15-24.
- 김승현, 1994. 황점볼락, *Sebastes oblongus*의 출산생태와 자치어 사육. 부산수산대학교 산업대학원 석사논문. 51pp
- 명정인 · 고태승 · 김병균, 1998. 사육수의 염분도, 사육밀도 및 먹이공급량이 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 초기 생존율에 미치는 영향. 수진연구보고. 54: 47-55.
- 박승 · 노섭 · 김상근, 1993. 조피볼락, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf)의 자어출산과 초기성장. 수진연구보고 47: 45-57.
- 배희찬 · 정상철 · 이정재 · 이영돈, 1998. 제주산 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)의 생식년주기와 체내자어 발달. 한수지, 31: 489-499.
- 변순규 · 김병학 · 한석중 · 문영봉, 1997. 황점볼락, *Sebastes oblongus*의 출산과 자치어 사육. 수진연구보고. 53: 81-88.
- 이창규 · 허성범, 1998. 먹이생물과 수온이 붉바리 자어의 생존에 미치는 영향. 한국양식학회지. 11: 557-564.
- 조성환, 1993. 조피볼락(*Sebastes schlegeli*) 자·치어의 먹이 생물학적연구. 부산수산대학교 석사논문, 80pp.
- 한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집(곤충제외). 도서출판 아카데미서적, 서울, 489pp.
- 현충훈 · 노섭, 1996. 조피볼락, *Sebastes schlegeli*의 초기성장 관련 연구. 한국양식학회지 9: 25-42.
- 홍승현 · 김창영 · 김백균, 1990. 조피볼락 종묘생산 시험. 수진사업보고. 86: 29-38.
- 岡本亮 1969. マダイの稚魚飼育. タイ類の増養殖に關するシンポジウム. 日本誌 35: 563-566.
- 大上皓久 · 大瀧高明 · 片野登 · 佐々木正, 1978. カサゴの種苗生産に關する研究-I, 産出生態について. 静岡水試研究報, 12: 37-44.
- 大龍勝久, 1986. 栽培漁業 養成技術. キツネメバルの種苗生産. 水産の研究. 5: 40-46.
- 代田昭彦. 1970. 魚類仔稚魚の口徑に關する研究. 日本誌 36: 353-369.
- 渡邊良朗, 1985. 養魚飼料. 水産學シリーズ 54. 恒星社厚生閣, 89-98.
- 星合應, 1977. クロソイ仔稚魚について. 魚類學雜誌 24: 35-42.
- 清水健 · 八幡康, 1991. 水産の研究 50. クロソイ種苗生産, 101-107.
- 平野札次郎. 1969. クロダイの稚魚飼育. タイの類増養殖に關するシンポジウム. 日本誌 35: 567-569.