

## 과랑점자돔, *Pomacentrus caeruleus*의 산란주기 및 산란량

정민민\* · 오봉새<sup>1</sup> · 김삼연 · 이창훈 · 양문호 · 한석중 · 노섬<sup>2</sup> · 김형신<sup>3</sup>

국립수산과학원 미래양식연구센터, <sup>1</sup>국립수산과학원 남서해수산연구소, <sup>2</sup>제주대학교 해양과학대학, <sup>3</sup>제주대학교 기초과학연구소

**Spawning Volumes and Times of Blue Devil *Pomacentrus caeruleus* by Min-Min Jung\*, Bong-Sae Oh<sup>1</sup>, Sam-Yeon Kim, Chang-Hoon Lee, Moon-Ho Yang, Seok-Jung Han, Sum Rho<sup>2</sup> and Hyeung-Sin Kim<sup>3</sup>** (National Fisheries Research and Development Institute, Future Aquaculture Research Center, Jeju-do 690-192, Korea; <sup>1</sup>National Fisheries Research and Development Institute, Southwest Sea Fisheries Research Institute, Yeosu 619-902, Korea; <sup>2</sup>Faculty of Applied Marine Science, Cheju National University, Jeju-do 690-756, Korea; <sup>3</sup>Research Institute Basic Science, Cheju National University, Jeju-do 690-756, Korea)

**ABSTRACT** Blue devil (*Pomacentrus caeruleus*, also called *Chrysiptera cyanea*) is widespread in the Indo-Pacific Ocean and very popular all over the world as an aquarium fish because it is so easy to keep in a marine aquarium. However, tank-breeding techniques are not completely known. In this study, we reared blue devil and investigated its spawning ecology, as a necessary precursor for successful artificial-tank breeding. We investigated the spawning volume according to time with two types of calendars: solar and lunar. Rearing conditions were set at 30 ppt salinity, 27°C water temperature, in two aquariums with water volumes of 80 and 125 L. We successfully bred *P. caeruleus* in this artificial-tank system. The aquarium fish formed a spawning harem with one male and more than two females. We harvested about 113,580 eggs in 44 spawning episodes by two spawning harems during the 11-month period from December to October. They showed a peak season of spawning volume and time in May and June. We confirmed the two peak points in spawning volumes and times, which coincided with the first quarter and last (third) quarter of the lunar phases of the moon.

**Key words** : Blue devil, *Chrysiptera cyanea*, lunar phase, marine aquarium fish, *Pomacentrus caeruleus*, spawning

### 서론

지금까지 우리나라 수산양식 관련 연구자들은 거의 대부분 식량자원 확보를 위한 양식산업 연구에 주력하여 왔다. 그러나 그보다 훨씬 부가가치 높은 수산생물로서 관상생물의 양식기술 개발을 위한 연구가 다른 나라에서는 이미 시작되었다. 전 세계 관상생물 시장은 2000년 FAO의 추정에 의하면 관련 상품을 포함하여 전체 15조 원 정도이며

(Bartley, 2000), 지금은 23조 원에 육박할 것으로 예측된다. 그 중에서 담수관상어는 90% 이상이 양식산업에 의하여 생산 유통(Tlusty, 2002)되고 있는 반면, 전 세계 관상어 시장에서 유통되는 해수관상어는 거의 대부분 자연에서 채집되어 유통되고 있는데, 특히 인기가 높은 10여 어종에 대하여 집중적인 채집 행위가 전 세계적으로 이루어지고 있다.

뿐만 아니라 UNEP(유엔환경계획)와 같은 국제기구와 관련 단체에서는 식용으로 이용 가치가 거의 없음에도 불구하고 관상용으로 유통시키기 위하여 자연으로부터 채집되면서 그들이 살고 있는 해양생태계의 균형을 깨뜨리고 그들의 주요 서식지인 산호초 생태계를 파괴하는 해수관상어류의

\*교신저자: 정민민 Tel: 82-64-764-6061, Fax: 82-64-764-3645,  
E-mail: jminmin@nfrdi.go.kr

상업적 유통 행위에 심각한 우려를 표명하고 있다(Olivotto *et al.*, 2003). 심지어 일부 국가에서는 외국으로 수출되는 관상용 해수어종을 엄격하게 규제하기도 한다(reviewed by Tlustý, 2002).

이처럼 국제 관상어 시장에서 인기가 높은 해수관상어류가 자연에서 남획되면서 그들이 서식하는 열대 산호초 생태계의 파괴를 초래하는 행위를 억제하고 관상용으로 유통되는 해수어는 더 이상 자연에서 잡아들이지 말고 인공생산(양식)하여 유통시킬 수 있도록 대책을 강구하여야 할 필요성이 높아지고 있다.

이를 위하여 가장 대중적으로 유통되는 해수관상어로서 파랑돔류의 한 종류인 파랑점자돔(blue devil, *Pomacentrus caeruleus*, 혼용되는 학명, *Chrysiptera cyanea*)의 인공번식 기술 개발 연구를 진행하였는데, 본 논문에서는 파랑점자돔의 산란주기와 산란량 및 달의 위상(모양)과의 관계에 대하여 기술한다.

## 재료 및 방법

본 연구에 이용된 파랑점자돔은 2007년부터 2009년까지 국립수산물과학원 미래양식연구센터에서 인도네시아로부터 관상생물 수입 절차에 따라서 도입하여 에어리프트식 저면 여과 폐쇄 순환 사육장치가 설치된 450 L 수량의 원형 아크릴수조와 80~125 L 수량의 사각 유리수조에서 사육하면서 자연산란시켰다. 이때 사육수온은 25~28°C를 유지하였고 염분은 자연해수를 그대로 사용하였으며 실내 사육수조에서 증발되는 양 만큼 담수로 보충하면서 염분 30~32 ppt를 유지하였다. 그리고 사육수질을 유지하기 위하여 정기적으로 부분(사육수량의 1/5 이내) 환수하였다. 사육수조에는 20 w 형광등 2개를 수조 상부에 설치하고 09시 점등, 18시 소등하도록 타이머를 설치 운영하였다. 이때 파랑점자돔의 산란수조는 2개를 준비하였고 1개의 수조에는 암수 각각 1마리씩, 다른 한 개의 수조에는 수컷 1마리와 암컷 3마리를 수용하였다. 이때 파랑점자돔의 전장은 7~9 cm였다. 파랑점자돔의 먹이는 시판되는 배합사료(Bichena Sewha pet Co. of Korea와 NRD4/6 Inve Co. of Belgium)를 이용하였다. 아울러 가리비 패각, 질분, 타일, 자연석 등 다양한 기질의 산란상을 넣어주고 산란행동을 관찰하면서 지속적으로 산란된 알을 수거하였다. 산란상에 산란이 이루어지면 바로 수거하여 산란일자, 산란량, 산란수조의 번호 등을 기록하고 부화수조에 수용하였으며 태양력과 태음력 그리고 달의 위상(모양)별로 산란주기와 산란량을 비교 분석하였다. 한편 달의 위상별 분석은 29.5일을 주기로 하는 삭망월을 기준으로 하였다.

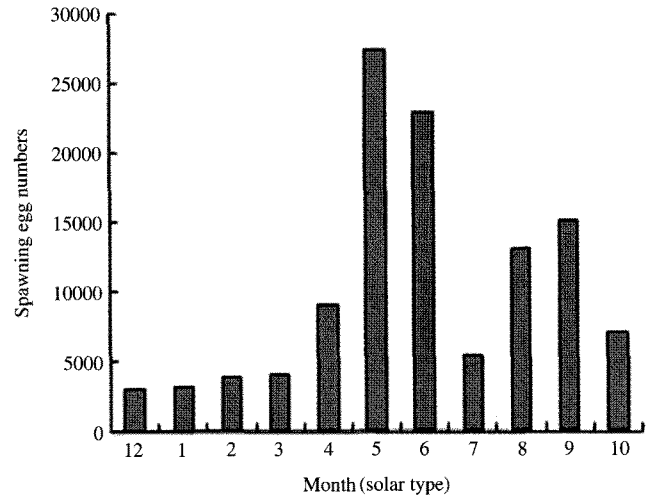


Fig. 1. Spawning egg numbers of blue devil, *P. caeruleus* with 2007 solar calendar in the future aquaculture research center of NFRDI, Korea.

## 결 과

### 1. 파랑점자돔의 산란주기와 산란량의 월별 변화

시험 기간 중 2개의 산란수조에 수용된(2무리의 harem 6마리) 파랑점자돔의 총 산란횟수는 44회였으며 산란량의 변화 추이는 12월부터 3월까지 정체가 되다가 5월부터 뚜렷하게 산란량이 증가하여 특히 5월과 6월에는 현격하게 많은 양의 수정란을 확보할 수 있었다. 파랑점자돔로부터 산란된 난수는 12월 3,000여개, 1월 3,200여개, 2월 3,800여개, 3월 4,000여개, 4월 9,000여개, 5월 27,300여개, 6월 22,800여개, 7월 5,400여개, 8월 13,000여개, 9월 15,000여개 그리고 10월 7,000여개로 모두 11개월 동안 113,580여개의 수정란을 확보할 수 있었다(Fig. 1).

산란횟수 또한 산란량의 변화 추이와 유사한 경향이 관찰되었는데 12월부터 4월까지 월 1~3회에 머물렀으나 5월과 6월에 산란횟수가 급격하게 상승하는 결과가 관찰되었는데 12월 1회, 1월 3회, 2월 2회, 3월 1회, 4월 2회였던 것이 5월에는 9회 그리고 6월에는 12회의 산란이 관찰되었다가 다시 7월부터는 3회, 8월 4회, 9월 4회 그리고 10월에는 4회로 감소되어 11개월 동안 모두 44회의 산란이 확인되었다(Fig. 2).

월평균 산란량은 12월 3,000개, 1월 1,066개, 2월 1,900개, 3월 4,000개, 4월 4,500개, 5월 3,033개, 6월 1,906개, 7월 1,800개, 8월 3,250개, 9월 3,750개, 10월 2,333개의 산란이 확인되었는데 월평균 산란량은 3월과 4월 그리고 8월과 9월에 비교적 높았다. 이것은 5월과 6월이 다회 산란이 이루어진 반면 1회 평균 산란량이 적었기 때문으로 이 시기에는 1회에 산란하는 양이 적고 산란된 알의 변동 폭도 높았음

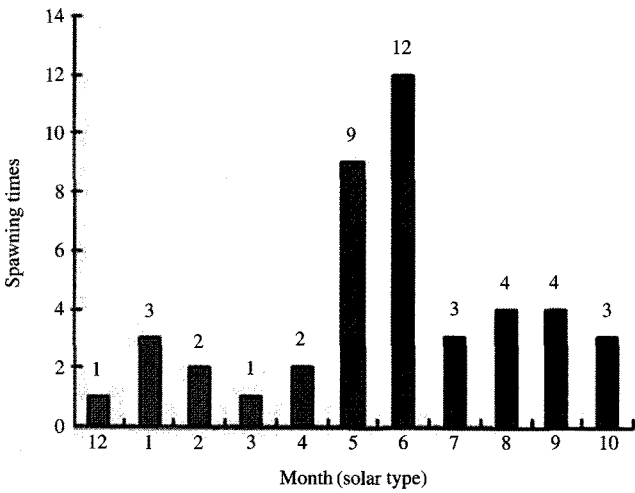


Fig. 2. Spawning times of blue devil, *P. caeruleus* with 2007 solar calendar.

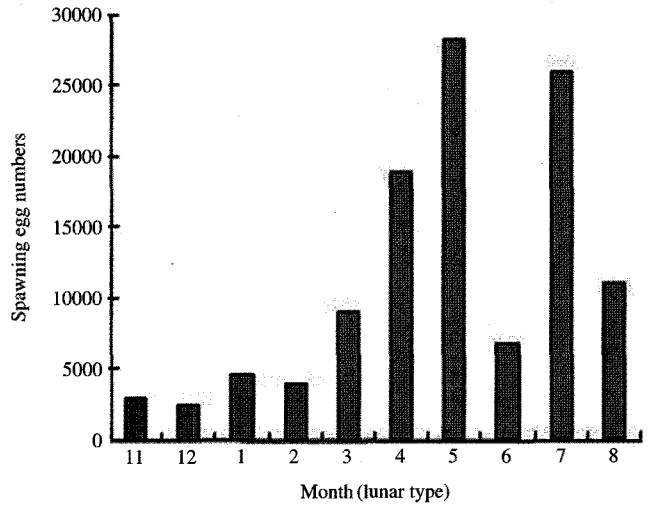


Fig. 4. Spawning egg numbers of blue devil, *P. caeruleus* with 2006 to 2007 lunar calendar.

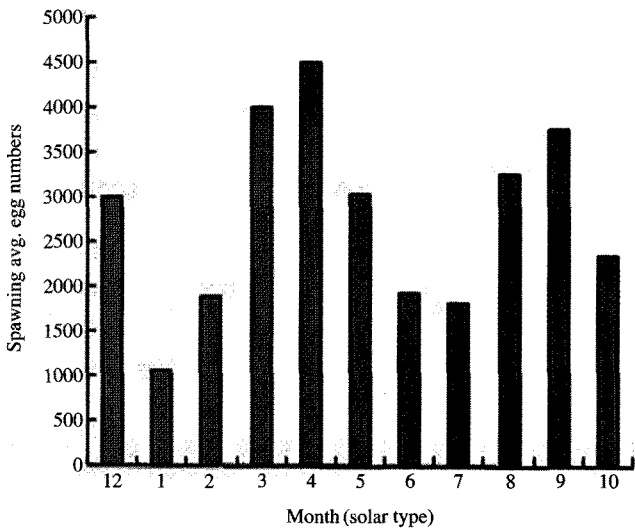


Fig. 3. Spawning egg numbers per each month of blue devil, *P. caeruleus* with 2007 solar calendar.

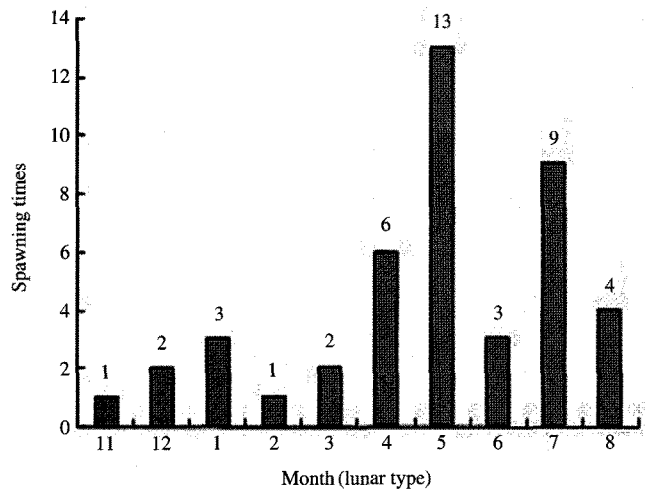


Fig. 5. Spawning times of blue devil, *P. caeruleus* with 2006 to 2007 lunar calendar.

을 의미한다. 한편 11개월 동안의 월 평균 산란량은 2,776 ± 1,065개였다 (Fig. 3).

## 2. 태음력이 파랑점자돔의 산란에 미치는 영향

파랑점자돔의 산란주기와 산란량을 태음력 기준으로 분석한 결과에서는 지금까지 양력에 따라 분석한 결과보다 더욱 뚜렷한 추이가 관찰 가능하였다. 특히 음력 6월에는 낮은 산란량이 관찰되었으나 이 시기를 제외하고는 점차적으로 그 양이 증가하는 경향이 뚜렷하였다 (Fig. 4).

한편, 태음력에 따른 파랑점자돔의 월별 산란횟수를 분석한 연구 결과에서도 Fig. 4와 유사한 경향이 관찰되었는데

음력 6월에는 산란횟수가 갑자기 감소하였다. 반면에 태음력으로 6월에는 모두 13회의 산란이 관찰되었고 4월에는 6회, 7월에는 9회의 산란이 이루어졌다. 그러나 나머지의 다른 음력월에는 비교적 낮은 산란횟수가 관찰되었다 (Fig. 5).

12월부터 10월까지 관찰된 파랑점자돔의 산란 행동을 달의 위상(달의 모양; periodic lunar phase)에 따라서 분석한 결과 뚜렷한 변화를 관찰할 수 있었다. 파랑점자돔의 산란량 (Fig. 6A)과 산란횟수 (Fig. 6B)는 삭에서 상현, 보름, 하현망과 같은 삭망월의 주기에 의한 달의 위상에 따라 뚜렷한 변화가 관찰되었다. 삭망월의 기준으로 파랑점자돔의 산란량과 산란횟수는 2개의 peak를 가지는 파동을 그리는 것을 알 수 있었다. 특히 정확하게 상현에 해당되는 음력 7일과 하현에 해당되는 음력 22일에는 산란량과 산란횟수가 뚜렷

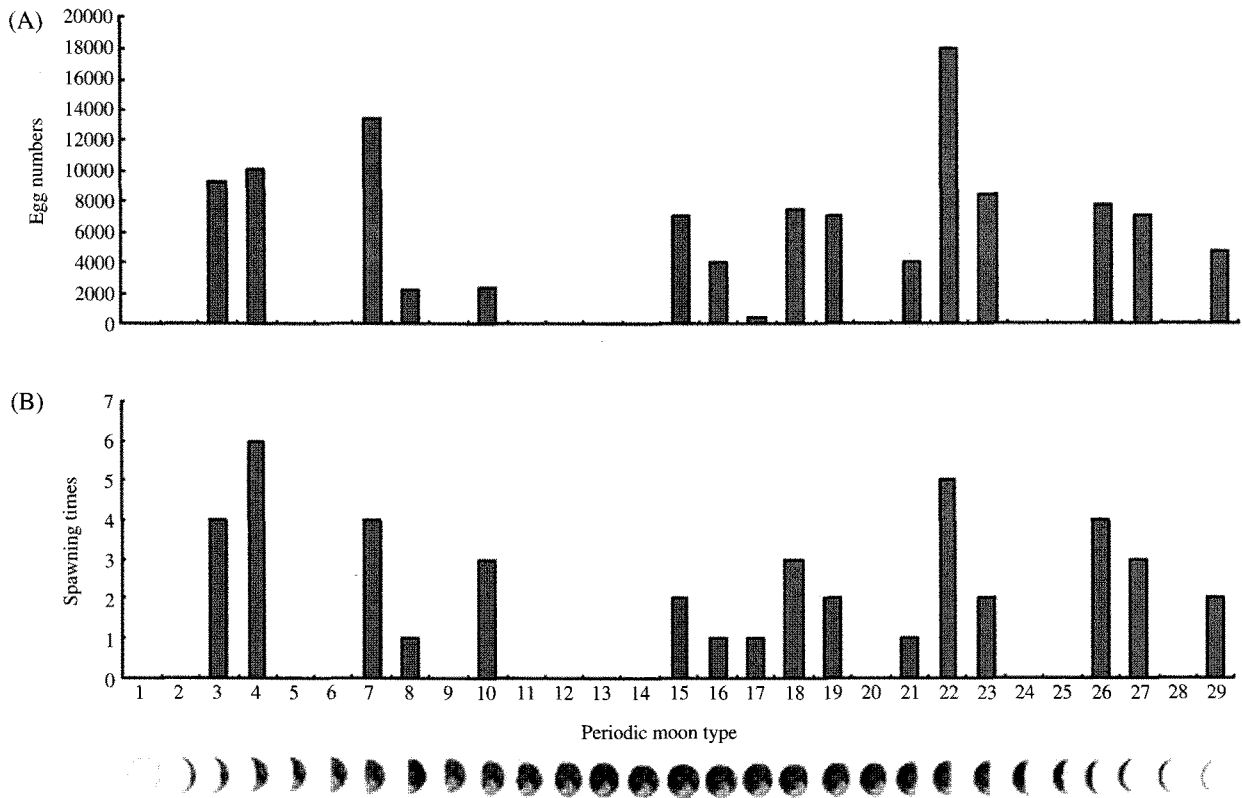


Fig. 6. Spawning egg numbers (A) and spawning times (B) of blue devil, *P. caeruleus* under each periodic moon days.

하게 증가하였다. 그리고 삭과 망에 해당되는 음력 1일과 2일 및 상현에서 보름에 이르기 전까지의 음력 11일부터 14일, 하현에서 망에 이르는 도중인 음력 24일과 25일에는 산란이 관찰되지 않았다.

### 고 찰

전 세계적으로 235종이 존재하는 것으로 알려진 damselfish류의 한 종인 파랑점자돔 (*Pomacentrus caeruleus* Quoy and Gaimard, 1825)은 Family Pomacentridae, Order Perciformes에 속하며 열대, 아열대 지역에 서식하는 크기 8cm 전후의 작은 해산어류이다(Allen et al., 2005). 이 무리에 속하는 해산어류는 외부형태학적으로는 지역 간에 변이종이 현격하게 관찰되며 자연에서의 중간 교잡의 가능성을 완전히 배제할 수 없기에 아직까지 학명에 많은 혼돈이 초래되고 있다. 뿐만 아니라 이 종류들은 성장하면서 외부형태가 일부 변형되는 경우도 있는데 파랑점자돔의 경우 성장하여 연령이 노후화되면서 꼬리가 붉은 오렌지색을 띠거나 피지 주변에서 관찰되는 동일종에서는 일부 개체의 복부가 노란색을 띠기도 한다. 이런 이유로 지금도 파랑점자돔의 경우에는 학명을 *Chrysiptera cyanea*라고 혼용하여 사

용하고 있으며 (Mills, 2000), 시험대상어종을 확보하기 위하여 인도네시아로부터 수입하면서 현지에서 분류된 자료에는 *Chrysiptera cyanea* (Anderson, 2000)로 동정되기도 하였다.

한편 이 연구에서 사용된 파랑돔의 국명은 파랑점자돔이며 우리나라 제주도 연안에서도 어렵지 않게 관찰이 가능한 종으로 학명은 아직 *Chrysiptera cyanea*로 사용되거나 보다 이전에는 *Pomacentrus bankaensis*로 잘못 분류되기도 하였으며 유사종인 *Pomacentrus coelestis*와 동종으로 오인되기도 하였다(유 등, 1995). 그러나 파랑돔류에 속하는 *Chrysiptera* 무리와 *Pomacentrus* 무리의 종을 유전학적으로 분류하면 대립유전자의 표현형에 있어서 현격한 차이(Lacson, 1994)가 관찰된다고 한다. 파랑점자돔과 같은 몇 종의 파랑돔류는 제주도 근해에서도 산란을 하며 심지어 *Pomacentrus coelestis* (국명; 파랑돔)의 경우에는 제주도 주변에 정착한 것으로 보고되어 있으며(백, 1985) 이 종은 우리나라 최서남단에 위치하며 제주도와 함께 대마난류의 영향을 받는 가거도에서도 치어가 2002년 10월에 관찰(명 등, 2003)되어 제주도에서처럼 가거도에서도 파랑돔이 정착하였을 가능성도 있다.

파랑점자돔은 산호초 생태계의 주요 구성원으로서 건강한 산호초 생태계를 유지하는데 있어서 없어서는 안 될 해

산어종이다. 일본의 오키나와의 한 산호초 생태계를 구성하는 80%의 어종은 파랑돔류나 흰동가리돔류 등이 속해 있는 Pomacentridae이며 그 중에서 파랑점자돔이 가장 우점하는 것으로 알려져 있다(Lecchini *et al.*, 2003). 그러나 해수관상어로서 인기가 높아 과거에 비교하면 많은 개체의 파랑점자돔이 자연으로부터 남획되어 산호초 생태계에서 사라져가고 있다. 그래서 담수 관상어의 거의 대부분이 양식되어 유통되는 것처럼 건강한 자연(산호초 생태계)을 유지 관리하기 위해서는 인공번식(양식 생산)된 해수 관상어가 전 세계 관상어 시장의 주류를 반드시 차지할 수 있도록 기술 개발에 대한 연구가 진행되어야 한다. 파랑점자돔의 인공번식 기술 개발은 해수관상어의 양식산업화를 위한 뿐만 아니라 해양의 건강한 산호초 생태계를 보존하고 유지하는 데도 크게 기여할 수 있다.

인위적인 사육시설에서 번식이 가능한 damsel fish의 종류는 흰동가리돔류(anemonefish)가 12종, goby류 7종, Apogon류 5종, pseudo-chromis 8종 정도가 개발되어 있는 것으로 보고되어 있다(Wilkerson, 1998). 물론 10여년이 지난 지금은 보다 많은 종류의 해수관상어의 인공번식 기술이 개발되어 있을 것으로 판단되지만 이 연구에서 보고하는 파랑점자돔과 같은 파랑돔류(blue damsel fish)와 관련된 보고는 찾아보기가 힘든 것이 사실이다. 특히 산업화 가능한 수준에서의 파랑점자돔의 산란주기와 산란량 등에 대한 연구 결과는 거의 없을 것으로 판단된다. 이처럼 세계적으로 인공번식에 대한 연구가 진행된 해수관상어로서는 clownfish류에 속하는 어종이 대부분이며 clownfish류의 인공번식에 대한 연구는 우리나라에서도 기술이 확립되어 대량생산이 가능하다(김 등, 2007; 김과 허, 2007; 노 등, 2007). 그리고 보다 다양한 종류의 해수관상어에 대하여 인공번식 기술 개발이 연구되고 있다.

Clownfish류의 한 종인 maroon clownfish (*Premnas biaculeatus*)의 경우에는 1회에 583개에서 2,694개의 알이 수확 가능하였으며 1회 평균  $1,535 \pm 838$ 개이고 산란주기는 월 1~2회 수확 가능하였다(김 등, 2007). 그리고 red and black clownfish (*Amphiprion melanopus*)는 산란 수조의 환경을 급격하게 변경하지 않을 경우 약 2년에 걸쳐서 48번 정도의 산란이 가능하며 1회에 수확 가능한 알 수는 440개에서 650개 정도라고 보고하고 있다(김과 허, 2007). 이 연구에서는 11개월 동안의 시험 기간 중 파랑점자돔(*P. caeruleus*)으로부터 전부 44번에 걸쳐서 113,580여개의 수정란을 확보할 수 있었다. 즉 2,000~3,000여개의 수정란을 거의 1주일에 한번씩 수확할 수 있었다. 이와 유사한 연구 결과로서 애어가 수준의 소규모로 사육된 노랑꼬리파랑돔(*Chrysiptera parasema*)의 경우에도 거의 매주 수정란을 확보할 수 있는 것으로 알려져 있다(Olivotto *et al.*, 2003).

어류 생식소의 성숙과 산란에는 여러 가지 요인이 영향

을 미치며 그 중에서도 사육수온이나 일장주기를 조절하는 방법으로 어류의 성숙과 산란시기를 조절할 수 있다(日本水産學會, 1982). 한편 해산어의 산란시기를 지배하는 또 다른 요인으로서 많은 학자들이 달의 주기와의 상관관계에 대하여 관심을 가지고 연구를 수행하고 있다(Moriwake *et al.*, 2001). 달의 모양(위상)에 따라 물고기의 행동이나 산란 생태가 변화되는 경향이 있는 것으로 알려져 있는데, 달의 모양(위상)이 보름달이 되거나, 달이 보이지 않는 그믐인 대조(사리)때보다는 달의 모양이 상현이나 하현인 소조(조금) 때에 바다에서는 어군이 형성되며 이때 어획 효과도 높은 것으로 알려져 있다(이, 1979; 김, 1996; 김 1997).

개발된 해양에서 암컷과 수컷 개체가 조우하여 짝을 형성하고 산란에 이르며 성숙 단계에서는 기질에 점성부착란을 만드는 파랑점자돔과 같은 소형어종에게 있어서 달의 위상 변화는 큰 영향을 미칠 수 있다. 왜냐하면 소조(조금)의 시기보다는 대조 때에 밀물과 썰물의 차이인 조차가 커 자의적으로 유영력을 가지지 못한 생물(수정란이나 부화 직후 자어)에게 있어서는 확산의 기회가 높아질 수 있다고 생각된다. 반면에 개발된 해양에서 점착성의 난을 산란하는 습성을 가진 어종에게 있어서 산란 시 정자와 난자가 수중에서 조금이라도 덜 희석되어 높은 수정율을 가지기 위해서는 조차가 큰 대조(사리) 때보다는 조차가 작은 소조(조금) 때 산란 행위를 하는 것이 파랑점자돔에게 있어서는 효율적으로 자손을 남길 수 있는 행동이 될 수 있지 않을까 추측해 본다. 아울러 태어난 자어가 포식자를 피하기 위해서는 낮보다는 밤이 적에게 덜 노출될 것이며 밤중에서도 달의 밝기가 가장 어두운 그믐에 부화되는 것이 파랑점자돔에게 있어서는 자신들의 생존율을 높일 수 있는 방법이 아닐까 생각된다.

이러한 추측을 가설로 하였을 때 이 연구에서 도출된 파랑점자돔의 산란시기와 부화시기를 태음력(달의 위상)에 따라 분석하여 보면 일치하는 것을 알 수 있다. 이 연구에서 파랑점자돔의 산란량과 산란횟수는 상현과 하현(소조)의 시기에 급격하게 증가하였으며, 그믐과 보름(대조)의 시기에는 전혀 산란 행동을 관찰할 수 없었다. 앞에서 설명한 가설과 같이 파랑점자돔은 자신들의 생존과 자손 번식을 위하여 달의 위상에 따라 산란하는 것을 알 수 있었다. 이처럼 달의 위상에 따라 달리하는 해양생물의 생존 전략은 과학자들의 관심을 끌 수 있는 흥미로운 현상이다. 달과 관련된 해양생물의 산란에 관련된 연구 보고서 우리나라에서는 득량만에 서식하는 키조개의 경우, 음력 3일과 4일에 유생 출현량이 가장 높은 것으로 관찰되었고(김 등, 2007), 이에 따라 어업인들은 달의 모양(조금과 사리)에 따라 어업 활동에 의한 어획활동의 성공 여부가 달라짐을 알고 있으며 특별한 어종을 대량으로 어획하기 위해서는 달의 위상 또는 태음력에 따라 특별한 시기를 선택하여야 한다고 하였

다(Ortega-Garcia *et al.*, 2008). 그러나 줄전갱이류의 한 종인 *Caranx melampygus*는 지역에 따라 달의 위상이 다른 시기에 산란이 이루어진다는 상반된 보고(Moriwake *et al.*, 2001)도 있다. 하지만 아직 달의 위상이나 태음력과 어류의 산란에 대한 상관관계 연구는 그다지 많지 않아 앞으로 보다 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

## 요 약

파랑점자돔(Blue devil, *Pomacentrus caeruleus*, 혼용되고 있는 학명으로 *Chrysiptera cyaneus*)은 인도양과 태평양에 널리 분포하는 어종으로 전 세계 해수관상어 시장에서 가장 대중적으로 유통되고 있다. 그러나 파랑점자돔의 인공 생산 기술은 개발되어 있지 않다. 이 연구에서는 파랑점자돔의 성공적인 증묘생산 기술 개발을 목적으로 산란생태에 대한 연구를 수행하였다. 확인된 산란 행동은 태음력과 태음력을 기준으로 분석하였다. 사육조건은 수온 27°C, 염분 30 ppt 전후이며 사육수조의 수용량은 80에서 125 L의 크기였다. 성공적으로 이루어진 인공번식 기술개발 과정에서 파랑점자돔은 1마리의 수컷과 2마리 이상의 암컷이 하렘(harem)을 형성하는 것이 관찰되었으며 12월부터 10월까지 11개월간에 2무리의 파랑점자돔 하렘으로부터 44회의 산란이 확인되었고 113,580개의 수정란을 수거할 수 있었다. 특히 5월과 6월에 산란횟수와 산란량이 크게 증가하였다. 그리고 태음력의 달의 위상(모양)에 따라 파랑점자돔의 규칙적인 산란생태가 관찰되었는데 대조에 해당되는 삭과 망에는 전혀 산란행동이 관찰되지 않았지만 소조에 해당되는 상현과 하현에는 가장 높은 산란량과 산란횟수가 관찰되었다.

## 사 사

이 연구는 국립수산물과학원(관상생물 양식기술개발, RP-2008-AQ-015)의 지원에 의해 운영되었습니다.

## 인 용 문 헌

- 김동수. 1997. 여수 연안의 기상 요인과 정치망 어장의 어획 변동에 관한 연구. 여수대학교 수산과학연구소 연구보고, 6: 31-38.
- 김숙리 · 허성범. 2007. Red and black clownfish *Amphiprion melanopus*의 산란, 부화 및 자어성장. 한국양식학회지, 20: 239-247.
- 김종수 · 최영웅 · 노 섭 · 윤영석 · 정민민 · 송영보 · 이치훈 · 이영돈. 2007. Maroon clownfish, *Premnas biaculeatus*의 산란습성과 난 발생 및 자치어의 외부형태발달. 한국양식학회지, 20: 96-105.
- 김준택. 1996. 제주도 한림 연안 정치망 어장의 환경특성과 어획량 변동에 관한 연구. 제주대학교 대학원 박사과정, pp. 42-47.
- 김철원 · 권승배 · 허성범. 2007. 득량만에서 키조개 *Atrina pectinata* 자원과 유생 출현 분포. 한국양식학회지, 20: 232-238.
- 노 섭 · 윤영석 · 최영웅 · 정민민 · 김종수 · 노경언 · 이영돈. 2007. 사육조건에 따른 saddleback clownfish, *Amphiprion polymanus* 자치어의 성장과 생존. 한국양식학회지, 20: 178-183.
- 명정구 · 조선형 · 박정호 · 백상규 · 김종만 · 강필선. 2003. 다이빙 조사에 의한 가을철 가거도 연안의 어류상. 한국어류학회지, 15: 207-211.
- 백문하. 1985. 제주도 연안의 아열대성어류. 제주대학교 논문집, pp. 101-112.
- 유재명 · 김 성 · 이은경 · 김용서 · 명철수. 1995. 제주바다물고기. 현암사, pp. 138-139.
- 이길래. 1979. 고군산군도의 멸치 낚장망어업의 어획량에 관하여. 군산수대연보, 13: 33-38.
- Allen, G., R. Steene, P. Humann and N. Deloach. 2005. Reef Fish Identification (Tropical Pacific). New World Publications, Second Printing, pp. 74-75.
- Anderson, R.C. 2000. An Underwater Guide to Indonesia. Times Editions, pp. 140-141.
- Bartley, D.M. 2000. Responsible ornamental fisheries. FAO Aquat. Newsl. 24: 10-14.
- Lacson, J.M. 1994. Fixed allele frequency differences among Palauan and Okinawan populations of the damselfishes *Chrysiptera cyanea* and *Pomacentrus coelestis*. Marine Biology, 118: 359-365.
- Lecchini, D., M. Adjeroud, M.S. Pratchett, L. Cadoret and R. Galzin. 2003. Spatial structure of coral reef fish communities in the Ryukyu Islands, Southern Japan. Oceanologica Acta, 26: 537-547.
- Mills, D. 2000. The Encyclopedia of Aquarium Fish. Quarto Inc., 148pp.
- Moriwake, A.M., V.N. Moriwake, A.C. Ostrowski and C.-S. Lee. 2001. Natural spawning of the bluefin trevally *Caranx melampygus* in captivity. Aquaculture, 203: 159-164.
- Olivotto, I., M. Cardinali, L. Barbaresi, F. Maradonna and O. Carnevali. 2003. Coral reef fish breeding: the secrets of each species. Aquaculture, 224: 69-78.
- Ortega-Garcia, S., G. Ponce-Diaz, R. Ohara and H. Merila. 2008. The relative importance of lunar phase and environmental conditions on striped marlin (*Tetrapturus audax*) catches in sport fishing. Fisheries Research, 93: 190-194.
- Trusty, M. 2002. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. Aquaculture, 205: 203-219.
- Wilkerson, J.D. 1998. Clownfishes. A guide to their captive care, breeding and natural history, 1st ed. Tropical Fish Hobbyist Pub., 240pp.
- 日本水産學會. 1982. 水産學シリーズ 41 魚介類成熟産卵制御. 恒星社厚生閣, pp. 90-94.