

왕우럭조개의 모패관리와 성숙촉진을 위한 가온 효과 구명 Study on the Management of Broodstock and Effect of Raise the Temperature for Promotion of Maturity in Sulf Clam, *Tresus keenae*

김철원

C. W. Kim
국립한국농수산대학
수산양식학과¹

정달상

D. S. Jeong
국립한국농수산대학
수산양식학과¹

강한승*

H. S. Kang
엠에스바이오랩²

Abstract

This study interested on management of broodstock and the effect of raise the temperature for promotion of maturity in *Tresus keenae*. For management of broodstock, we performed indoor and outdoor culture. In addition, broodstock was put in exposure and immersion condition. This experimental design is aimed at knowing the optimal management of broodstock. In addition, we investigated the promotion of maturity, growth and survival rate when raise the temperature of the breeding seawater of broodstock in winter season. Result that, the management of broodstock was shown to be more effective obesity and survival rate in outdoor culture than indoor culture. In addition, there is no anthropogenic food supply in management and it is easy to management because it is kept under natural environmental conditions. Therefore, It is considered appropriate to management to outdoor culture. In raise the temperature, survival rate was lower in the experimental group than in the control group. However, obesity was significantly increased compared with the control group. Also, gonad showed that the sex maturity was promoted. If sex maturation is not developed due to seasonal water temperature, the promotion of sexual maturity through heating is considered to be an effective method in terms of artificial seed production.

Key words : *Tresus keenae*, broodstock, optimal management, sexual maturity

*교신저자: hanseungkang66@gmail.com

¹ Department of Aquaculture, Korea National College of Agriculture and Fisheries

² MS BioLab

I. 서론

왕우럭조개(*Tresus keenae*)는 백합목 개랑조개과(Mactridae), 왕우럭속(*Tresus*)에 속하는 비부착성 대형 조개로 우리나라 남해안과 일본해역에만 서식하는 것으로 보고되고 있다. 외부 형태는 계란형으로 패각은 두텁고 표면은 백색 및 암갈색을 띠며 등 뒤쪽은 주름모양을 가지고 있다. 서식처의 특징으로는 수심 20m 정도의 진흙층에 잠입하여 서식한다. 왕우럭조개는 고부가가치 생물이지만 현재 어획량은 남획으로 인해 많지 않으므로 자원증대 및 양식을 위해서는 안정적인 종자의 확보가 이루어져야 하며 이를 위해서는 인공종자생산이 필수적이다. 최근 소비자들의 참살이(well-ing)에 대한 높은 이식에 대비하여 어업인들은 환경친화적이며 식품으로 기호도가 높고 고소득이 가능한 품종의 개발에 많은 관심을 가지고 있다.

인공종자생산기술이 확립되고 최적의 양식이 이루어질 경우 어업인들의 높은 소득향상이 예상되는 왕우럭조개의 인공종자생산에 관한 연구는 매우 미비한 실정으로 한국과 일본의 일부 연구자들에 의해 이루어졌다. 일본에서는 유생이나 치패사육(大橋·山本, 1986a; 大橋·山本, 1986b; 山本·大橋, 1987) 등이 있으며, 국내에서는 생식주기(김 등, 1999), 생태(유, 2000) 및 배우자형성과정의 미세구조(김 등, 2005) 등이 있다. 최근에는 왕우럭조개의 산란유도(강과 김, 2018a), 유생발생(강과 김, 2018a), 환경요인과 유생의 성장 및 생존(강과 김 2018b) 및 인공종자 생산과 유산균의 효과(이 등, 2017) 등의 연구가 활발히 진행되고 있다.

패류인공종자생산에 있어 모패관리는 인공종자 생산을 위해 매우 필수적인 요소이며 중요한 준

비단계이다. 조개류가 성숙한 배우자를 품고 있는 기간과 양식기간을 고려할 때 모패관리 기간을 당기거나 늦출 필요가 있다. 우리나라 해양환경을 고려할 때 수온이 상승하는 봄철로 종자생산 시기를 앞당기면 본 양성장에 이식된 치패는 자연산 치패보다 성장 기간이 길기 때문에 성장을 촉진시킬 수 있다는 장점이 있다.

본 연구는 왕우럭조개의 인공종자생산을 위한 모패관리 기술로 최적의 모패사육관리 시스템과 성숙촉진을 위한 가온효과를 구명하기 위해 사육장소(실내 및 실외)와 잠입여부(노출 및 잠입)에 따른 성장과 생존율을 비교하였고 가온에 따른 성숙촉진 효과를 구명하였다.

II. 재료 및 방법

1. 모패관리

왕우럭조개 모패는 전라남도 여수시 돌산도 동쪽 해역에서 잠수부에 의해 채집하였다. 채집해역의 수심은 5 ~ 15 m 내외이며 저질은 패각 부스러기가 많으며 니질로 구성되어 있었다. 왕우럭조개의 모패관리는 2016년 5월 ~ 2017년 2월까지 한국농수산대학 생물사육실과 전남 고흥에 소재한 구룡수산에서 수행하였다. 사육실험은 1차(2016년 5월 ~ 8월)와 2차(2016년 10월 ~ 2017년 2월)로 2회 구분하여 실내사육(잠입식, 노출식)과 실외사육(채롱잠입식, 채롱노출식)을 실시하였다. 실험에 사용된 왕우럭조개 모패는 총 273마리로 1차 실험에는 131마리(각장 167.4 ± 29.3 mm, 전중 652.5 ± 45.4 g), 2차 실험에는 142마리(각장 173.2 ± 36.1 mm, 전중 713.7 ± 46.9 g)를 사용하였다(Fig. 1).



Fig. 1. Broodstock of surf clam, *T. keenae*



Fig. 2. Indoor rearing for broodstock management of surf clam, *T. keenae*



Fig. 3. Outdoor rearing for broodstock management of surf clam, *T. keenae*

실내사육 실험은 한국농수산대학에서 플라스틱 바구니(55 × 35 × 30 cm) 3개에 각각 10마리씩 수용하고 잠입식에는 약 20 cm 높이로 모래를 채운 후 수관(siphon)이 위로 향하도록 모패를 심었고, 노출식은 모래를 채우지 않는 상태로 모패를 수용하여 관리하였다(Fig. 2).

실외사육 실험은 구룡수산에서 채롱에 모래를 넣어 모패를 관리한 잠입식과 모래를 넣지 않고

관리한 노출식으로 구분하여 수행하였다. 잠입식 채롱은 플라스틱 바구니(60 × 40 × 30 cm)에 모래를 20 cm 내외로 채운 후 각 바구니에 모패 10마리씩을 수용하여 3개의 채롱을 수심 5 m에서 사육하였으며, 노출식 채롱은 플라스틱 바구니(40 × 40 × 15 cm) 5개에 모패를 각각 6마리씩 수용하여 수심 5 m에서 관리하였다(Fig. 3).

실내사육에서 수온은 17.3 ~ 34.6 °C(1차실험),



Fig. 4. Experiment of raise the temperature for promotion of maturity in winter season

24.9 ~ 9.7°C(2차실험) 이었고 염분은 28.2 ~ 31.1 psu의 범위였다. 먹이는 실내에서 배양된 *Isochrysis galbana*와 *Tetraselmis suecica*를 1일 2회 1L(10×10^5 세포/mL)씩 충분히 공급하였으며 먹이를 공급한 후 2시간 정도 유수를 중지하였다. 실내 및 실외 실험에서 폐사한 개체는 매일(실내) 및 일주일(실외) 간격 확인하여 30일 동안 폐사 개체를 합산하여 계산하였다. 실내사육과 실외사육에서 생존한 개체들의 비만도(Condition index)는 30일 간격으로 측정하였으며 Momoyama and Ishimoto(1979)의 비만도(CI)=(전중(g) / 각장(mm) × 각고(mm) × 각폭(mm)) × 1,000 공식을 이용하였다.

2. 동계 가온에 의한 성숙촉진

왕우럭조개의 동계 가온에 의한 성숙촉진 및 산란시기 조절은 한국농수산대학 생물사육실에서 2016년 12월 ~ 2017년 3월까지 실시하였다.

실험에 사용한 왕우럭조개 모패는 총 175마리(각장 158.7 ± 23.1 mm, 전중 637.2 ± 110.2 g)를 사용하였으며, 유리수조(60 × 45 × 35 cm)에 각 10마리씩 수용하여 실험하였다. 수온 실험구는 자연수온(8.9 ~ 12.7°C), 실험구1($15.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$)과 실험구2($18.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$)로 구분하여 3 반복 실험구를 두

었고 먹이생물은 시중에 판매되고 있는 농축 *Isochrysis* sp.와 live *T. suecica*를 혼합하여 1일 2회 100 mL(10×10^5 세포/mL)씩 공급하였으며, 먹이 공급 후 2시간 정도 유수를 중지하였다. 해수의 가온은 전기히터를 이용하여 5톤 해수를 20°C로 가온한 후에 자연해수를 일부 첨가하여 수온을 조정하는 방법을 사용하였다(Fig. 4). 해수 유수량은 1일 3회전을 유지하였으며 30일 간격으로 생존율, 성장 및 비만도를 측정하였고 성숙도 조사를 위하여 광학현미경하에서 실험구별 생식소를 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 실내 사육관리에 따른 비만도 및 생존율

1차 실내 실험(2016년 5월 ~ 2016년 8월)에서 잠입식 실험구의 비만도는 5월에 0.245로 가장 높았다가, 6월 0.212, 7월 0.195로 시간의 경과에 따라 점차 감소하는 것으로 나타났고, 생존율은 5월 100%, 6월 76.6%, 7월 36.6%로 비만도의 경향과 유사하게 점차 감소하는 것으로 나타났으며 8월에는 전량 폐사하였다(Table 1). 노출식 실험구의 비만도는 5월 0.251이었으나 3주 경

Table 1. Condition index and survival rate by indoor culture. (May-August, 2016)

EG \ M	May		June		July		August	
	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)
IT	0.245 ±0.053	100	0.212 ±0.042	76.6	0.195 ±0.031	36.6	0.183 ±0.015	0
ET	0.251 ±0.066	100	0.171 ±0.027	0	-	-	-	-

M: month, EG: Experimental Group, SR: Survival rate, IT: Immersion type, ET: Exposure type

Table 2. Condition index and survival rate by indoor culture (October, 2016-February, 2017)

EG \ M	October		November		December		January		February	
	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)
IT	0.241 ±0.047	100	0.227 ±0.044	90.0	0.189 ±0.034	63.3	0.197 ±0.028	36.6	0.228 ±0.031	13.3
ET	0.239 ±0.054	100	0.209 ±0.025	13.3	0.168 ±0.009	0	-	-	-	-

M: month, EG: Experimental Group, SR: Survival rate, IT: Immersion type, ET: Exposure type

과 후 전량 폐사하였다. 2차 실내 실험(2016년 10월 ~ 2017년 2월)에서 잠입식 실험구의 비만도는 10월 0.241, 11월 0.227, 12월 0.189, 1월 0.197로 점차 감소하였다가 2월 0.228로 11월과 유사한 수치를 보여주었다(Table 2). 생존율은 11월 90%, 12월 63.3%, 1월 36.6%, 2월 13.3%로 사육시간의 경과에 따라 감소하였다. 노출식 실험구의 경우, 비만도는 10월 0.239, 11월 0.209로 감소하였으며, 생존율은 12월 전량폐사 하였다.

2회에 걸쳐 실내에서 왕우럭 모패를 사육한 결과 노출식보다는 잠입식이 생존 측면에서 더 효과적인 것으로 나타났다. 노출식의 경우, 하계 실내사육관리 개시 후 1개월 후 전량 폐사 현상은 왕우럭의 생물학적 특성상 잠입하지 않고 노출되었을 경우 스트레스를 많이 받고 먹이섭취 활동도 매우 약해져 결국 폐사로 이어지는 것으로 추정할 수 있었다. 잠입성 패류는 잠입기질이 필요하며 잠입기질의 구성에 따라 잠입 시에 스트레스를 받으며 이런 스트레스 정도는 활성산소종의 관찰 및 혈구 분석을 통해 밝혀졌다(김, 2017).

비만도는 잠입식에서 기존에 보고된 자료와 유사한 월별 패턴을 보이는 것으로 나타났으나 값은 매우 낮은 것으로 나타나 충분한 먹이섭취가 이루어지지 못한 것으로 생각되나 보다 구체적인 연구가 추가되어야 할 것으로 여겨진다. 전반적으로 1차 실험에 비해 2차 실험에서 더 안정적인 모습을 보이는 것으로 나타났는데 이것은 2차 실험이 수온이 낮은 시기에 수행되었기 때문으로 판단된다.

패류의 생존과 성장은 수온과 염분 등의 물리적 환경인자와 먹이 등 생물학적 영향을 받는다고 알려져 있다(박 등, 2001; 오 등, 2003; 황과 류, 2008). 본 연구에서 사육수의 평균 수온은 1차 실내 실험 시(2016년 8월 ~ 9월) $33.4 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 이었고, 2차 실내 실험 시(2016년 10월 ~ 2017년 2월) $13.8 \pm 4.2^{\circ}\text{C}$ 이었다. 하계인 1차 실내 실험에 비해 동계인 2차 실내 실험에서 생존기간이 길고 생존율이 높게 나타난 것은 수온이 매우 중요한 인자로 작용한 것이 확인되었다

잠입식으로 사육을 하였을 경우, 노출식에 비해

살아있는 모패에서 비만도의 차이는 크지 않지만 생존에 있어서는 확연한 차이가 나타났다. 패류의 경우 이화학적 환경인자와 먹이생물 등의 조건이 비슷할 경우 퇴적물의 존재 유무가 성장 및 생존에 큰 영향을 미친다. 왕우력 같이 잠입성 패류는 퇴적물속에 잠입한 상태에서 생활할 때 보다 안정적으로 성장할 수 있을 것으로 판단되므로 모패와 같은 퇴적물을 넣어 사육관리 하는 것이 유리하다고 여겨진다.

2. 실외 사육관리에 따른 비만도 및 생존율

채롱을 사용하여 실외에서 모패를 모래에 잠입시킨 잠입식과 모래없이 노출시킨 노출식으로 구분하여 사육실험을 수행하였다. 1차 실외실험(2016년 5월~2016년 8월) 잠입식 실험구의 비만도는 5월에 0.250, 6월 0.221, 7월 0.201, 8월 0.182로 시간이 경과함에 따라 점차 감소하는 것으로 나타났고 생존율은 6월 93.3%, 7월 60%, 8월 13.3%로 비만도의 경향과 유사하게 나타났다

(Table 3). 노출식 실험구의 비만도는 5월 0.246, 6월 0.217 이었고 8월에 전량 폐사하였는데 이것은 고수온의 영향 때문으로 판단되며 고흡군 동일면 해역에서 8월 평균 수온이 $28.4 \pm 4.3^{\circ}\text{C}$ 로 나타났다. 2차 실외실험(2016년 10월~2017년 2월)에서 잠입식의 비만도는 10월 0.263, 11월 0.236, 12월 0.193, 1월 0.184로 점차 감소하였다가 2월 0.234로 11월과 유사한 수치를 보였으며 생존율은 11월 83.3%, 12월 76.6%, 1월 73.3%, 2월 70%로 사육시간의 경과함에 따라 감소하였다. 노출식의 비만도는 10월 0.265, 11월 0.210로 감소하였으며, 생존율은 11월 53.3%로 역시 감소하였으며 12월 전량폐사 하였다(Table 4).

2회에 걸쳐 실외에서 왕우력 모패를 사육한 결과 왕우력을 모래에 잠입시켜 사육관리하는 잠입식 방법이 적합한 것으로 구명되었다. 노출식의 경우 왕우력이 고정되지 않고 채롱 안에서 유속이나 파도, 바람 등 물리적 요인에 의해 계속적인 장애와 스트레스, 채롱 사육장치 안의 부착생물들

Table 3. Condition index and survival rate by outdoor culture (May-August, 2016)

M \ EG	May		June		July		August		February	
	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)
IT	0.250 ±0.034	100.0	0.221 ±0.032	93.3	0.201 ±0.027	60.0	0.182 ±0.015	13.3	0.234 ±0.033	70.0
ET	0.246 ±0.041	100.0	0.217 ±0.027	36.6	0.175 ±0.013	0	-	-	-	-

M: month, EG: Experimental Group, SR: Survival rate, IT: Immersion type, ET: Exposure type

Table 4. Condition index and survival rate by outdoor culture (October, 2016-February, 2017)

M \ EG	October		November		December		January		February	
	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)	CI	SR(%)
IT	0.263 ±0.049	100	0.236 ±0.036	83.3	0.193 ±0.015	76.6	0.184 ±0.023	73.3	0.234 ±0.033	70.0
ET	0.265 ±0.053	100	0.210 ±0.031	53.3	0.175 ±0.007	0	-	-	-	-

M: month, EG: Experimental Group, SR: Survival rate, IT: Immersion type, ET: Exposure type

과의 먹이경쟁 등의 원인으로 비만도와 생존이 급격히 감소한다고 보인다. 따라서 노출식은 모패 관리 방법으로는 효율이 떨어지는 것으로 생각된다. 이와 같은 연구 결과는 실내 사육관리와 마찬가지로 비부착성 패류의 잠입의 특성 및 수온 등의 환경요인이 중요하는 것을 알 수 있다(박 등, 2001; 오 등, 2003; 황과 류, 2008; 김, 2017).

결론적으로 왕우럭 모패관리는 실내사육에 비하여 실외사육 잠입법이 비만도와 생존을 측면에서 더 효과적인 것으로 나타났으며 관리 측면에서도 인위적인 먹이생물 공급이 없으며 자연환경 조건에서 사육하기 때문에 관리가 용이하다는 장점이 있어 향후 왕우럭 모패관리는 실외에서 이루어지는 것이 적합할 것으로 판단된다.

3. 동계 가온에 의한 성숙촉진

인공종자생산기술의 산업화를 위해서는 안정적인 모패의 성숙조절 기술이 필요하다. 일반적으로

패류의 성 성숙 및 산란을 결정하는 환경인자는 수온과 먹이생물로 알려져 있다. 본 연구에서 왕우럭의 산란시기 조절을 위한 동계 가온에 의한 성장, 생존 및 비만도는 다음과 같다(Table 5).

각장, 각고 및 각폭 성장은 가온을 한 15°C와 18°C 실험구에서 자연수온과 비교하여 약간 높은 성장을 보였다. 전중량은 2개월 동안 15°C에서 49 g, 18°C에서 79 g 정도 증가하는 것으로 나타났다. 2개월 후의 생존율은 자연수온에서 71.6%. 15°C 실험구에서 70.3%, 18°C 실험구에서 53.3%로 수온이 높을수록 낮게 나타났다. 비만도는 생존율과 달리 시간이 경과함에 따라 증가하였으며 2개월 후 자연수온 실험구에서 0.445, 15°C 실험구에서 0.562 및 18°C 실험구에서 0.585로 수온이 높을수록 높게 나타났다. 특히 비만도 변화는 1개월 후에는 큰 변화가 없었으나 2개월 후에는 급격히 증가하여 본격적으로 성숙이 되고 있는 것으로 추정된다.

Table 5. Growth, condition index and survival rate by raise the temperature in winter season

EG		Shell length (mm)	Shell height (mm)	Shell width (mm)	Total weight (g)	SR(%)	CI
2016. 12		158.7±23.1	105.5±9.9	69.1±8.3	607.2±110.2	100	0.407
2017. 01	Natural temp.	158.9±14.8	106.1±8.1	68.1±7.5	609.7±90.8	93.3	0.404
	15°C	160.8±18.3	106.5±9.4	70.0±7.1	620.4±109.1	86.6	0.412
	18°C	160.4±21.2	107.1±6.7	70.9±8.5	631.4±112.8	87.1	0.424
2017. 02	Natural temp.	158.9±19.1	105.6±5.8	69.9±7.1	625.4±87.9	71.6	0.445
	15°C	161.0±16.9	106.9±10.2	71.0±7.5	656.4±110.1	70.3	0.562
	18°C	161.5±15.9	107.3±7.3	71.8±8.9	686.4±115.3	53.3	0.585

EG: Experimental Group, SR: Survival rate, CI: Condition index

동계 가온에 의한 왕우럭의 성숙 정도를 생식소 조직학적 관찰을 통해 살펴보았다(Fig. 5). 2017년 2월 모체 생식소의 경우 자연수온 암컷

과 수컷의 생식소와 비교하여 15°C 및 18°C 에서 생식소의 발달 및 성숙이 더욱 진행된 것을 확인하였다. 따라서 동계에 가온을 할 경우 왕우럭의

성 성숙은 촉진되는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 정 등(2010)이 새꼬막을 대상으로 한 연구 결과와 매우 유사하다. 인위적인 가온을 통해 새꼬막의 성 성숙 및 발달 과정을 살펴본 결과 생존율은 대조구에 비해 가온 실험구에 낮게 나타났다. 그러나 비만도는 대조구에 비해 유의하게 증가하였으며, 생식소 발달 빈도 및 생식소 지수 등은 증가하는 경향을 나타내어 성 성숙을 촉진하는 결과를 보였다. 일반적으로 이매패류의 성장

및 성숙은 수온, 염분, 먹이 등의 영향을 받으며, 이 중 수온은 가장 중요한 요인으로 알려져 있다. 계절에 의한 수온의 영향에 의해 성 성숙이 발달하지 못했을 경우 가온을 통한 성 성숙의 촉진은 인공종자생산의 측면에서 효율적인 방법이라 생각된다. 그러나 생존율의 감소는 고수온의 영향인지 수온의 상승에 따른 이화학적 환경의 변화 때문인지에 대한 연구는 추후 필요하다고 생각된다.

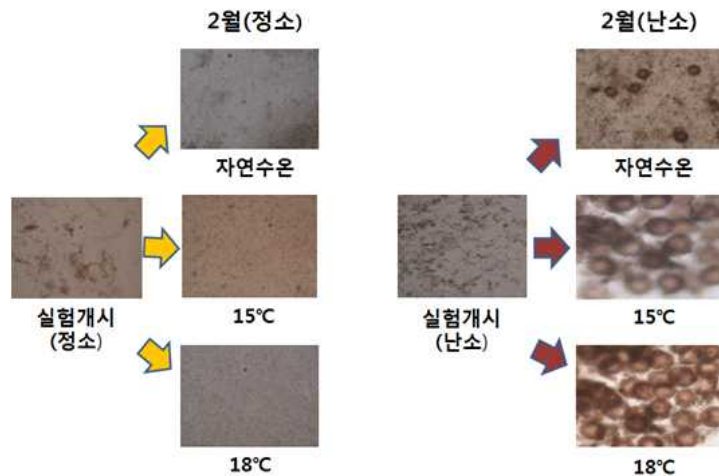


Fig. 5. Changes in gonadal maturity according to raise the temperature in winter season

IV. 적요

패류 인공종자생산에서 모패관리의 중요성이 커져가고 있으며 최적의 모패 관리 조건과 원하는 시기에 종자생산을 할 수 있는 성숙유도 조건을 구명하는 하는 것이 매우 중요하기 때문에 본 연구에서는 왕우럭 조개의 모패관리 최적조건과 성숙 촉진을 위한 가온 효과를 조사하였다.

모패관리는 실내사육에 비하여 실외사육이 비만도와 생존율 측면에서 더 효과적인 것으로 나타

났으며 관리 측면에서도 인위적인 먹이생물 공급이 없으며 자연환경 조건에서 사육하기 때문에 관리가 수월하다는 장점이 있는 것으로 나타났다. 그리고 동계가온을 통한 성숙촉진 유도는 비만도와 생식소 관찰 등을 통하여 수온 18°C 이상에서 2개월 정도 사육하였을 경우 성성숙이 이루어지는 것으로 나타나 성숙관리가 다른 패류에 비해 용이하다는 것을 알 수 있었다.

V. 참고문헌

1. 강한승, 김철원. (2018a). 왕우럭조개(*Tresus keenae*)의 산란 및 유생의 발생. 한국패류학회지. 34(1): 9-15.
2. 강한승, 김철원. (2018b). 수온, 염분, 사육밀도 및 먹이공급이 왕우럭(*Tresus keenae*) 유생의 성장과 생존에 미치는 영향. 한국해양생명과학회지. 67-73.
3. 김대희, 임한규, 민광식, 장영진, 김태익. (1999). 남해안에 서식하는 왕우럭(*Tresus keenae*)의 생식주기. 한국수산학회지. 32(5): 659-663.
4. 김우식. (2017). 저질조성 및 사육밀도 차이에 따른 말백합 *Meretrix petechialis*(Lamarck)의 혈구 생리학적 변화. 선문대학교 석사학위논문
5. 김진희, 김대희, 유명숙, 양문호. (2005). 왕우럭(*Tresus keenae*) (Mactridae: Bivalvia)의 배우자 형성과정의 미세구조. 한국수산학회지. 38(2): 94-99.
6. 박영제, 노섬, 이채성. (2001). 동해안 참가리비, *Patinopecten yessoensis*의 성장. 한국양식학회지. 14(3): 181-195.
7. 오봉세, 양문호, 정춘구, 김영숙, 김숙양, 김성연. (2003). 해만가리비, *Argopecten irradians*의 해역별 성장. 한국패류학회지. 19(2): 143-152.
8. 이승원, 문성현, 조호성, 김철원. (2017). 왕우럭(*Tresus keenae*)에서 분리된 *Bacillus* species의 고분자 유기물질 분해능력과 항균활성. 한국가축위생학회지. 40(4): 265-275.
9. 정춘구, 오봉세, 김태익, 진영국. (2010). 가온 사육에 의한 새꼬막, *Scapharca subcrenata*의 성 성숙 및 난 발생. 한국패류학회지. 26(3): 201-209.
10. 황규, 류동기. (2008). 큰구슬우렁이, *Glossaulax didyma didyma*(Gastropoda: Naticidae)의 수온과 염분 및 먹이에 따른 생존율과 성장. 한국패류학회지. 24(3): 167-173.
11. 大橋裕, 山本翠. (1986). ミルクイガイ種苗生産試験. 山口縣内海栽培漁業センタ報告 昭和61年度, 54-63.
12. 大橋裕, 山本翠. (1986). ミルクイガイ親貝蓄養試験. 山口縣内海栽培漁業センタ報告 昭和61年度, 52-97.
13. 山本翠, 大橋裕. (1987). ミルクイガイ中間育成試験. 山口縣内海栽培漁業センタ報告 昭和60年度, 61-65.
14. Momoyama K., T. Ishimoto. (1979). On the spawning period in Yamaguchi and Oumi Bay. Yamaguchi Prefecture Naigai Ocean Center. 7: 19-34.

논문접수일 : 2019년 4월 5일

논문수정일 : 2019년 5월 9일

게재확정일 : 2019년 5월 17일