

왕우럭조개의 서식환경에 관한 연구

Study on the Habitat Environment of Surf Clam, *Tresus Keenae*

김철원

C. W. Kim
국립한국농수산대학
수산생물양식학과³
aquaworld@korea.kr

정달상

D. S. Jeong
국립한국농수산대학
어류양식학과²
dsjeong@af.ac.kr

최성제

S. J. Choi *
국립한국농수산대학
수산생물양식학과³
csjchoi@korea.kr

강한승

H. S. Kang *
엠에스바이오랩¹
hanseungkang66@gmail.com

Abstract

For the aquaculture industrialization of surf clam (*Tresus keenae*), it is important to basic data on the marine environment of the habitat of surf clam (*T. keenae*). In this study, we investigated the marine environment of habitat of surf clam (*T. keenae*) and sought to basic data for the preparation of surf clam (*T. keenae*) for artificial seed production. The water temperature of the habitat of surf clam (*T. keenae*) was the lowest in winter and appeared high in summer. The salt concentration showed it range from 31.2 to 33.9 psu. The pH showed it range from 7.69 to 8.70, with high pH in winter and low pH in summer. The dissolved oxygen(DO) was showed it range from 6.20 to 10.24 mg / L and the autumn was relatively higher than the spring and winter. The species composition of phytoplankton was about 30 to 40 species, and most of them were diatoms. The abundance of seasonal phytoplankton showed it range from 23.5 to 61.3 cells / ml, showing seasonal differences. The expression of dominant species also showed a difference depending on the season. As for the particle size composition of the sediment, sandy silt was the most distributed. Flow velocities appeared at 50-80 cm / s in the southeast direction at ebb tide and at 60-100 cm / s in the northwest direction at flood tide. The results of this study can be used as basic data for providing knowledge about the habitat and marine environment of surf clam (*T. keenae*) and for studying shellfish that inhabit the sedimentary layer.

Key words : *Tresus keenae*, Aquaculture industrialization, Artificial seed production, Marine environment

*교신저자

1 MS BioLab, 3F, 103 Gayang-ro, Dong-gu, Daejeon 34576, Korea

2 Department of Aquaculture, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874

3 Department of Aquaculture, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874

I. 서 론

왕우럭(*Tresus keenae*)조개는 백합목 개랑조개과(Mactridae), 왕우럭속(*Tresus*)에 속하는 비부착성 대형 조개로 우리나라에서는 경상남도 거제와 전라남도 여수 등의 남해안의 수심 20미터 정도의 진흙층에 주로 서식한다. 다른 조개와 비교하여 외형적 특징으로 입 부분을 패각 밖으로 내놓고 있다는 특징이 있다. 왕우럭조개는 특유의 풍미를 지닌 조개로서 숙회나 초밥의 고급 식재료로 취급되는 고부가가치 생물이다. 그러나 채취의 어려움 및 남획으로 인한 어획량의 감소 등으로 인해 자원증대 및 최적의 양식기술의 개발이 필요하다. 양식산업을 위한 양식기술의 개발에는 모패관리, 인공종묘생산 및 치패의 성장 등에 이르기까지 발생(development)전반에 관한 이해가 필요하다.

왕우럭조개에 관한 연구는 서식 지역의 한계에 의해 한국과 일본의 학자들에 의해 주로 이루어졌다. 유생이나 치패사육(大橋山本, 1986a; 大橋山本, 1986b; 山本·大橋, 1987), 생식주기(김 등, 1999), 사육환경에 따른 치패의 대사생리(Shin and Yang, 2005) 및 양식기술개발(Yi et al., 2017; Kang and Kim, 2018a; Kang and Kim, 2018b; Kang et al., 2020)등이 있다. 최근 왕우럭조개의 양식개발에 관한 연구는 한국농수산대학교 수산생물학과 연구팀에서 주도적으로 수행한 보고가 있다(Yi et al., 2017; Kang and Kim, 2018a; Kang and Kim, 2018b; Kang et al., 2020).

고부가가치 양식대상 생물종인 왕우럭조개의 최적 양식기술 개발을 통한 양식산업화를 위해서는 인공종자생산이 매우 중요하다. 인공종자생산 산업화를 위해서는 양질의 자연산 모패의 활용이 매우 중요하며 이들 자연산 모패를 확보하기 위해서는 왕우럭조개 주 서식지의 해양환경에 관한 기초자료 확보가 매우 중요하다.

본 연구는 왕우럭조개의 인공종자생산을 위한 기술개발 및 산업화를 위한 연구의 일환으로 모패 서식지 해양환경을 조사하여 인공종자생산을 위한 모패의 준비에 대한 기초자료를 확보하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 왕우럭조개 모패의 서식지 해양환경조사

대상 조사지는 전라남도 여수시에 위치한 3, 4 구 잠수기 수협이 자문을 얻어 왕우럭조개가 가장 많이 채취되는 장소를 선정하였다. 조사대상 왕우럭조개 서식지는 전남 여수시 돌산도 동쪽 해역으로 선정하였다(Fig. 1). 수온, 염분, DO, pH 등은 매일 YSI-2000을 이용하여 측정하였다. 식물플랑크톤 출현량 조사는 계절별로 채수된 해수를 Lugol 용액을 사용하여 고정된 후 실험실로 운반하여 광학현미경을 활용하여 관찰하였다. 식물플랑크톤 계수는 1.0 mm간격의 계수라인이 그려져 있는 슬라이드를 사용하여 계산하였으며 종 조성은 식물플랑크톤 도감 자료를 이용하여 분석하였다. 저질입도 분석은 채집된 퇴적물을 실험실로 운반한 후 유기물과 탄산염을 제거하는 전처리 과정을 거쳐 4 ϕ (0.0625 mm)체를 이용하여 조립질 시료와 세립질 시료로 구분하였으며 크기와 무게에 따라 입도를 구하였다. 조류의 유형 및 유속은 해양조사원의 수치조류도 서비스를 활용하였으며 창조 및 낙조로 나누어 유형 및 유속을 추정하였다.

2. 왕우럭조개 모패의 외부형태

왕우럭조개 모패 서식지에서 채집한 왕우럭 조개의 외부형질을 분석하였다(Fig. 2). 외부 형태학적 특징 규명을 위해 50마리의 왕우럭조개(각장

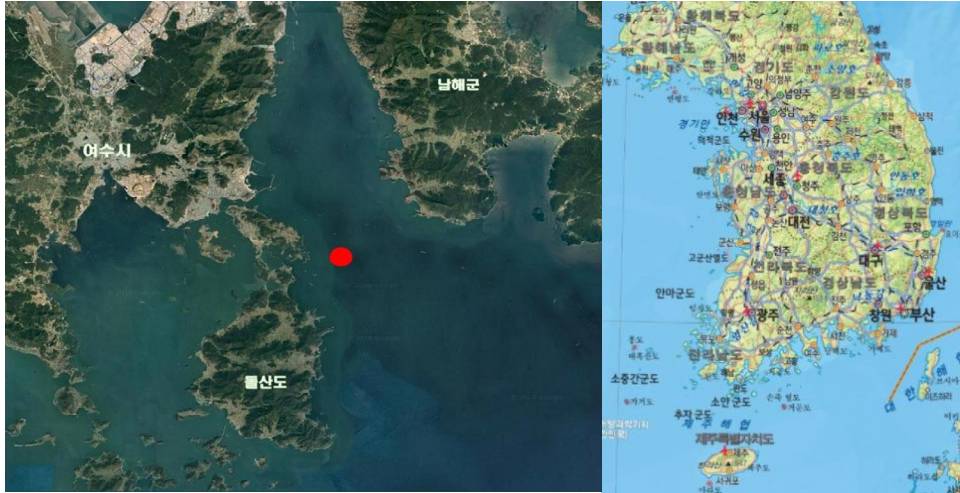


Fig. 1. The survey point of marine environmental research on the habitat of surf clam, *T. keenae*

167.4 ± 29.3 mm, 전중 652.5 ± 45.4 g)를 계측하였고 형태학적 특징은 각장과 각고, 각장과 각폭,

각장과 전중 등의 상관관계를 회귀직선식으로 나타내었다.



Fig. 2. Parent shellfish of surf clam, *T. keenae*

III. 결과

1. 왕우럭조개 모패의 서식지 해양환경조사

가. 수질환경

왕우럭조개 서식지에 대한 수질환경 결과는 다

음과 같다(Table 1). 수온은 2월에 7.9 ~ 8.1°C 범위로 가장 낮았으며, 8월에 28.4 ~ 28.5°C 범위로 가장 높게 나타났다. 저층과 표층간의 수온차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 염분은 조사기간 동안 31.2 ~ 33.9 psu.로 봄철에 비교적 높게 나타났으며 가을과 겨울철로 갈수록 낮아지는 경

향을 보였다. pH는 7.69 ~ 8.70으로 나타났으며 수온이 낮을 때 pH는 높고, 상대적으로 수온이 높을 때 pH는 낮았다. 용존산소는 6.20 ~ 10.24

mg/L의 범위로 가을철이 봄철 및 겨울철에 비해 상대적으로 높게 나타났다.

Table 1. The environment of water quality on habitat of surf clam, *T. keenae*

시기	구분	수온(°C)	염분(psu)	pH	DO(mg/L)
2017년 5월	표층	17.4	33.9	7.98	8.57
	저층	17.3	33.4	7.99	8.03
6월	표층	23.9	33.2	7.95	6.20
	저층	23.5	33.4	7.96	6.46
7월	표층	26.6	32.8	8.08	6.58
	저층	26.5	32.9	8.06	6.57
8월	표층	28.4	32.1	7.78	9.18
	저층	28.5	32.3	7.69	9.79
9월	표층	27.5	32.8	7.78	9.18
	저층	27.2	32.9	7.69	9.79
10월	표층	22.2	32.0	8.20	10.24
	저층	21.9	32.1	8.23	10.20
11월	표층	16.4	32.0	8.61	8.85
	저층	16.5	32.2	8.58	9.85
12월	표층	11.6	31.2	8.57	7.79
	저층	11.5	31.5	8.57	7.42
2018년 1월	표층	9.1	31.9	8.71	7.16
	저층	9.3	31.7	8.70	7.21
2월	표층	7.9	32.6	8.48	7.25
	저층	8.1	32.2	8.50	7.18

나. 식물플랑크톤 현존량 및 우점종

왕우럭조개 서식지 해역의 식물 플랑크톤의 종 조성은 약 30 ~ 40 종 정도 출현하였으며 주로 규조류가 대부분을 차지하였다. 계절별 식물플랑크톤 현존량은 23.5 ~ 61.3 cells/ml로 나타났다. 2017년 5월 현존량은 61.3 cells/ml이었고, *Skeletonema costatum*(23.4%)이 가장 높은 우

점율을 보였으며 *Pleurosigma normanii*(15.21%) *Navicula* sp.(14.09%), *Nitzschia iongissima* (13.78%)순으로 나타났다. 8월 현존량은 42.5 cells/ml이었고 *Skeletonema costatum*(20.23%) 이 가장 높은 우점율을 보였으며 *Nitzschia iongissima*(16.22%), *Navicula* spp.(15.55%)순으로 우점하였다. 11월에는 현존량이 23.5 cells/ml

Table 2. The appearance patterns of phytoplankton on habitat of surf clam, *T. keenae*

조사시기	현존량 (cells/ml)	우점종 출현양상	
		우점종	우점율 (%)
2017년 5월	61.3	<i>Skeletonema costatum</i>	23.40
		<i>Pleurosigma nornamii</i>	15.21
		<i>Navicula sp.</i>	14.09
		<i>Nitzschia iongissima</i>	13.78
		<i>Chaetoceros weilesii</i>	8.52
2017년 8월	42.5	<i>Skeletonema costatum</i>	20.23
		<i>Nitzschia iongissima</i>	16.22
		<i>Navicula spp.</i>	15.55
		<i>Pleurosigma nornamii</i>	8.45
		<i>Thalassionema nitzschioides</i>	6.14
2017년 11월	23.5	<i>Chaetoceros spp.</i>	15.85
		<i>Pleurosigma nornamii</i>	13.24
		<i>Nitzschia iongissima</i>	11.11
		<i>Skeletonema costatum</i>	9.45
		<i>Cylindrotheca dlosterium</i>	6.21
		<i>Coscinodiscus gigas</i>	5.54

로 나타났다. 가장 우점종은 *Chaetoceros spp.* (15.85%)으로 나타났으며, *Pleurosigma nornamii* (13.24%), *Nitzschia iongissima*(11.11%)순으로 나타났다(Table 2).

다. 퇴적물 입도조성

왕우럭조개 서식지 해역의 퇴적물 입도조성은

저질 표면에 패각 조각이 비교적 얇게 깔려 있는 상태로 직경 2 μm 이하의 아주 미세한 입자(clay)가 8.0%, 2 ~ 63 μm 범위의 실트질(silt)이 75.2%, 63 μm ~ 2.0 mm 범위의 사질(sand)이 12.3% 및 2.0 mm 이상의 자갈(gravel)이 약 4.5%으로 나타났다(Table 3). 따라서 왕우럭조개는 실트질(2 ~ 63 μm) 함량이 높은 사니질을 선호하는 것으로 추정할 수 있다.

Table 3. The composition of sediment particle size on habitat of surf clam, *T. keenae*

조사지점	수심 (m)	퇴적물 입도범위			
		2μm 이하(%)	2~63μm(%)	63μm~2.0mm(%)	2.0mm 이상(%)
돌산 동해역	15	8.0	75.2	12.3	4.5

라. 해수유속

여수 돌산 동쪽해역의 조류 유향과 유속은 해양조사원의 수치조류도 서비스를 활용하였다. 낙조와 창조로 구분하여 유향 및 유속을 구하였는데 유속과 유향은 낙조 시 남동방향으로 50 ~ 80 cm/s 범위로 나타났으며 창조 시에는 북서방향으로 60 ~ 100 cm/s 범위로 창조 시 최대유

속이 강한 것으로 나타났다. 전체적으로 조류의 영향이 매우 강한 지역임을 알 수 있었다(Fig. 3). 해역의 유속은 모두 3 ~ 5일 주기의 변동성을 가지고 있으며 강약의 변화가 거의 같은 시간에 일어나는 것으로 나타나 조류의 소통이 비교적 빠른 곳이 왕우럭조개 서식 및 방류의 적지인 것으로 추정된다.

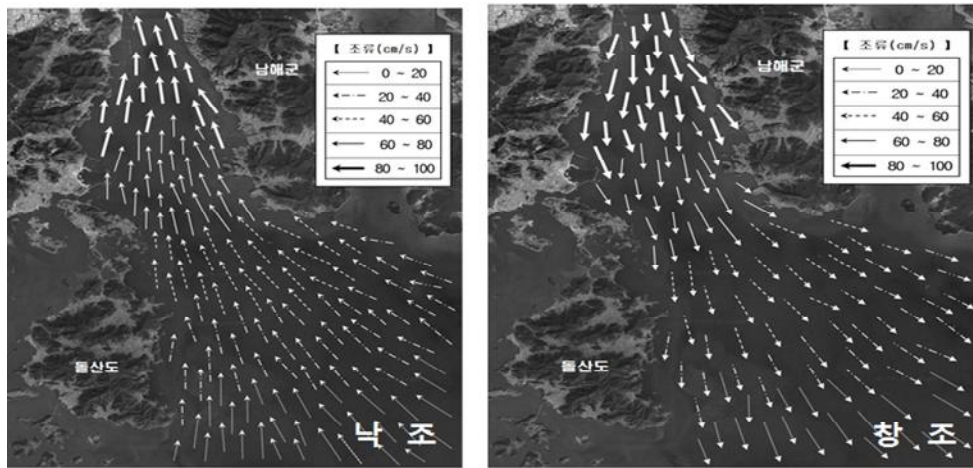


Fig. 3. The flow of sea water on habitat of surf clam, *T. keenae*

2. 왕우럭조개 모패의 외부형질

왕우럭조개 모패의 형태학적 특징으로 각장과 각고의 상관관계 회귀직선식으로 나타난 결과 $SH(\text{shell height}) = 0.911 SL(\text{shell length}) - 36.458 (R^2 = 0.8435)$ 로 나타났으며 형태는 각장이 각고에 비하여 길이가 긴 타원형 형태를 보였다 (Fig. 4A). 각장과 각폭의 상관관계 회귀직선식은 $SW(\text{shell width}) = 0.6283 SL(\text{shell length}) - 38.657 (R^2 = 0.8511)$ 로 나타났고, 각장에 비해 각폭이 매우 두꺼운 형태를 보여 패각에 비해 육중이 높게 나타날 것으로 보였다 (Fig. 4B). 각장과 전중의 상관관계 회귀직선식은 $TW(\text{total weight}) = 7.5376x - 546.62 (R^2 = 0.7791)$ 로 나타나 각장에 비해 무게가 많이 나갔다 (Fig. 4C).

IV. 고찰

본 연구는 유용 수산생물인 왕우럭조개의 양식 산업화를 위한 연구의 방편으로 인공종자생산기술개발을 위해서 매우 중요한 모패의 서식지 해양환경 특성 조사에 목적을 두었다. 본 연구를 통해 확인한 왕우럭조개의 서식지 해양환경 조사 결과는 퇴적물에 잠입 서식하는 패류의 특성을 연구하는데 기초자료로 활용 가능하다고 생각된다. 조사 지역 및 항목은 왕우럭조개의 생산량이 많은 전라남도 여수시 돌산도 동쪽해역을 대상으로 수온, 염분, pH, 용존산소, 식물플랑크톤, 퇴적물 입도 및 유속 등이며, 2017년 5월부터 2018년 2월까지 실시하였다.

왕우럭조개 서식지의 수온은 겨울철에 7.9 ~

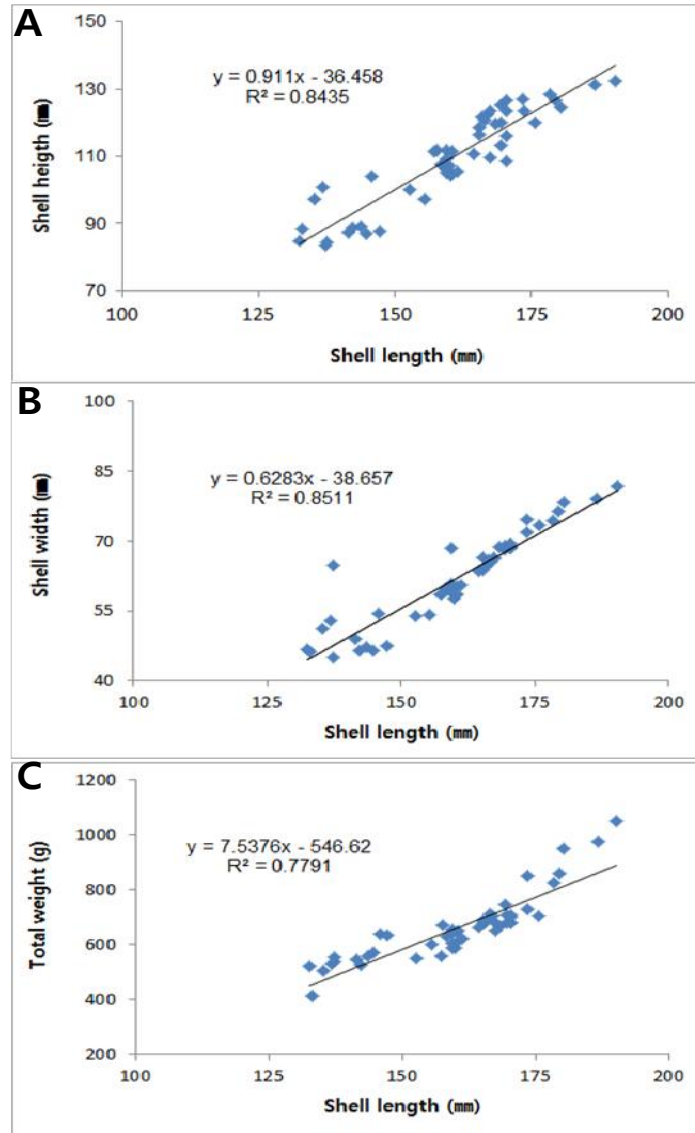


Fig. 4. Allometry. A: shell length & shell height, B: shell length & shell width, C: shell length & total weight

8.1°C 범위로 가장 낮았으며, 여름철에는 28.4 ~ 28.5°C로 높았고 저층과 표층간의 수온차이는 거의 없었다. 염분은 31.2 ~ 33.9 psu.로 계절에 따라 급격한 변화는 없었다. pH는 7.69 ~ 8.70으로 나타났으며 겨울철에 높고, 여름철에 낮았다. 용존산소는 6.20 ~ 10.24mg/L의 범위로 가을철이

봄철 및 겨울철에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 기본적인 해양환경의 수온, 염분, pH 및 용존산소 등은 계절에 영향을 받는 것으로 나타났다. 일반적으로 패류는 환경 변화에 직접적인 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 급격한 수온 변화, 집중호우에 의한 저염분 지속, 수온 및 염분 변화에

의한 호흡 및 대사 장애로 생존 및 성장 등 환경 요인에 민감할 수밖에 없다. 특히 염분은 먹이섭취와 성장을 감소(Bohle, 1972; Widdows, 1985), 패각의 개폐(Hand and Stickle, 1977), 성장을 감소(Bohle, 1972), 호흡률 및 배설률 증가(Navarro and Gonzalez, 1998) 등 해양생물의 생리적 반응에 영향을 미친다는 보고가 있다.

식물 플랑크톤의 종 조성은 주로 규조류가 대부분을 차지하였으며 매 시기 약 30 ~ 40종이 출현하였다. 계절별 식물플랑크톤 현존량은 23.5 ~ 61.3 cells/ml로 계절마다 차이를 보였다. 또한 우점종의 출현도 계절마다 차이를 보였다. 조사된 식물플랑크톤은 왕우럭조개의 양식에 있어서 중요한 먹이 생물로 선정 가능하다고 판단된다.

왕우럭조개 서식지 해역의 퇴적물 입도조성은 저질 표면에 패각이 비교적 얇게 깔려 있었고 모래 실트(sandy silt)가 가장 많이 분포하고 있어 점토질(clay)이 우세한 지역에 분포하는 꼬막 (*Tegillarca granosa*)과는 달리 실트질(silt)이 우세한 지역을 선호하는 것으로 판단된다.

조류 유향과 유속은 낙조시 남동방향으로 50 ~ 80 cm/s 범위이었고 창조시에는 북서방향으로 60 ~ 100 cm/s 범위로 나타났으며, 창조시 최대 유속이 강한 것으로 나타났다. 전체적으로 조류의 영향이 매우 강한 지역이며 3 ~ 5일 주기의 변동성을 가지며 조류의 소통이 비교적 원활한 곳이라 물질순환이 용이하기 때문에 왕우럭조개 서식 및 방류의 적지인 것으로 생각된다.

왕우럭조개 모패의 형태학적 특징으로 각장과 각고의 상관관계 회귀직선식으로 나타난 결과 $SH(\text{shell height}) = 0.911 SL(\text{shell length}) - 36.458(R^2 = 0.8435)$, 각장과 각폭의 상관관계 회귀직선식은 $SW(\text{shell width}) = 0.6283 SL(\text{shell length}) - 38.657(R^2 = 0.8511)$, 각장과 전중의 상관관계 회귀직선식은 $TW(\text{total weight}) = 7.5376x - 546.62(R^2 = 0.7791)$ 로 나타났다.

지금까지 국내 패류양식에 대한 연구들을 살펴

보면 왕우럭조개와 같이 퇴적물 내 잠입 서식하는 패류의 양식어장 환경에 대한 연구는 미흡한 실정이며, 대부분 수하식 양식에 대한 연구가 많이 수행되었다(Park and Yi, 2002; Hyun et al., 2003; Noh et al., 2006; Yoon et al., 2007; Lee et al., 2008).

본 연구의 결과는 왕우럭조개의 서식지 해양환경에 대한 지식의 제공 및 퇴적물에 잠입 서식하는 패류의 연구에 기초자료로 활용이 가능하다 사료된다.

V. 적요

왕우럭조개 양식산업화를 위해서는 왕우럭조개 서식지의 해양환경에 관한 기초자료 확보가 중요하다. 본 연구는 왕우럭조개 서식지 해양환경을 조사하여 인공종자생산을 위한 왕우럭조개 모패의 준비에 대한 기초자료를 확보하고자 하였다. 왕우럭조개 서식지의 수온은 겨울철에 가장 낮았으며, 여름철에 높게 나타났다. 염분은 31.2 ~ 33.9 psu로 조사시기에 따라 큰 차이가 없었다. pH는 7.69 ~ 8.70으로 겨울철에 높고, 여름철에 낮았다. 용존산소는 6.20 ~ 10.24 mg/L의 범위로 가을철이 봄철 및 겨울철에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 식물 플랑크톤의 종 조성은 계절에 따라 약 30 ~ 40종 정도로 규조류가 대부분이었다. 계절별 식물플랑크톤 현존량은 23.5 ~ 61.3 cells/ml로 계절마다 차이를 보였다. 또한 우점종의 출현도 계절마다 차이를 보였다. 퇴적물 입도 조성은 모래 실트(sandy silt)이었다. 조류의 유향과 유속은 낙조시 남동방향으로 50 ~ 80 cm/s 나타났으며 창조시에는 북서방향으로 60 ~ 100 cm/s로 나타났다. 본 연구의 결과는 왕우럭조개의 서식지 해양환경에 대한 지식의 제공 및 잠입 서식하는 패류의 연구에 기초자료로 활용이 가능하다 사료된다.

VI. 참고문헌

1. 김대희, 임한규, 민광식, 장영진, 김태익. (1999). 남해안에 서식하는 왕우럭(*Tresus keenae*)의 생식주기. 한국수산학회지. 32(5): 659-663.
2. 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.
3. 大橋裕, 山本翠. (1986a). 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
4. 大橋裕, 山本翠. (1986b). 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.
5. Bohle B. (1972) Effects of adaptation to reduced salinity on filtration activity and growth of mussels (*Mytilus edulis*). J Exp Mar Biol Ecol 10:41-49.
6. Hand S. C., W. B. Stickle. (1977). Effects of tidal fluctuations of salinity on pericardial fluid composition of the American *Crassostrea virginica*. Mar Biol 42:259-271.
7. Hyun S., J. W. Choi, J. S. Choi, T Lee. (2003). Surface sediment characteristics and benthic environments in the mouth of Jinhae Bay, Korea. J Kor Fish Soc 36:700-707.
8. Kang H. S., C. W. Kim. (2018a). Effects of water temperature, salinity, rearing density and food supply on the growth and survival of the surf clam, *Tresus keenae* larvae. JMLS 3(2):67-73.
9. Kang H. S., C. W. Kim. (2018b). Spawning and larval developments of the surf clam, *Tresus keenae*. Korean J Malacol 34(1): 9-15.
10. Kang H. S., H. C. Choi., J. H. Cho., C. W. Kim. (2020). Larval breeding using *Bacillus* species, an intestinal microorganism isolated from surf clam (*Tresus keenae*). Korean J Malacol 36(4):219-227.
11. Lee D. S., Y. S. Kim, S. Y. Jeong, C. K. Kang, W. J. Lee. (2008). Environmental characteristics and distributions of marine bacteria in the surface sediments of Kamak Bay in winter and summer. J Environ Sci 17:755-765.
12. Navarro J. M., C. M. Gonzalez. (1998). Physiological responses of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* to decreasing salinities. Aquaculture 167:315-327.
13. Noh I. H., Y. H. Yoo, D. I. Kim, J. S. Park. (2006). The spatio-temporal distribution of organic matter on the surface sediment and its origin in Gamak Bay, Korea J Kor Soc Mar Environ Engineer 9:1-13.
14. Park H. S., S. K. Yi. (2002). Assessment of benthic environment conditions of oyster and mussel farms based on macrobenthos in Jinhae Bay. J Kor Soc Mar Environ Engineer 5:68-75.
15. Shin Y. K., M. H. Yang. (2005). Effects of temperature and salinity on the survival and metabolism of *Tresus keenae* (Mollusca :Bivalvia). Fish Aquatic Sci 8: 161-166.
16. Widdows J. (1985). The effects of fluctuating and abrupt changes in salinity on the performance of *Mytilus edulis*. In: Gray, J. S., Christiansen, M.E. (Eds.), Marine Biology of Polar Regions and Effects of stress on marine organism. Wiley-Interscience, pp. 555-566.
17. Yi S. W., S. H. Moon, H. S. Cho, C. W.

왕우럭조개의 서식환경에 관한 연구
김철원, 정달상, 최성제, 강한승

- Kim. (2017). Degradation capability of macromolecular organic matters and antimicrobial activities of *Bacillus* species isolated from surf clam (*Tresus Keenae*). Korean J Vet Serv 40(4):265-275.
18. Yoon S. P., R. H. Jung, Y. J. Kim, S. S.

- Kim, J. S. Lee. J. S. Park, W. C. Lee, W. J. Choi. (2007). Characteristics of benthic environment and polychaete communities of Gamak Bay, Korea. J Kor Soc Oceanogr -The Sea 12:287-304.

논문접수일 : 2021년 11월 3일
논문수정일 : 2021년 12월 14일
게재확정일 : 2021년 12월 17일