

고흥 남성리 패류양식장의 지형 구조와 저서생물 현장 조사

조영현* · 김윤*** · 류청로**** · 이경식** · 이인태***** · 윤한삼***† · 전수경**

*, ** 전라남도해양바이오연구원, *** 부경대학교 해양산업개발연구소, **** 부경대학교 해양공학과, ***** 해양비전 21

Topographic Placement(Structure) and Macro Benthos Community in Winter for the Shellfish Farm of Namsung-ri, Goheung

Yeong-Hyun Jo* · Yun Kim*** · Cheong-Ro Ryu**** · Kyeong-Sig Lee** · In-Tae Lee*****
· Han-Sam Yoon***† · Sue-Kyung Jun**

*, ** Jeollanamdo Marin-Bio Research Institute, Shinan-gun, 535-800, Korea

*** Research Center for Ocean Industrial Development, Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

**** Dept. of Ocean Engineering, Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

***** Adjunct Research Institute, Marine Vision 21 Corporation, Yeosu, 550-190, Korea

요약 : 갯벌 패류양식장의 구조물 설치 및 지형적 공간배치에 따른 저서생물 현황을 파악하기 위해 고흥 남성리 양식장의 실제적인 사례를 조사하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다. (1) 남성리 갯벌양식장의 지반 경사는 약 1° 미만으로 매우 평탄하며, 육지로부터 약 150 m까지는 U형, 그 후는 Π형 지반형태를 가진다. U형 지반은 간출시 해수를 가두고 Π형 지반은 외해 유출을 가로막을 뿐만 아니라 내부인 자로서 해수 유출 시간을 지연시키는 작용/영향을 하게 될 것으로 생각된다. (2) 양식장 구분 시설물로 설치된 굴 패각 망테 또는 사석의 축재 형식은 총 5가지로 구분할 수 있으며, 양식장 대기 노출 시간과 침수시간은 각각 181분과 434분이었다. (3) 수치실험결과로서 대상해역의 내습 심해파랑은 최대파고 약 0.5m로서 매우 정온한 해역특성을 가지며, 탁월 입사파향은 나로대교 하단부는 S방향, 갯벌양식장 인근은 SE, SSW, S방향으로 조사되었다. (4) 고흥 남성리 주변 해역의 입도분석결과, 퇴적물은 Gravel 0.0~5.81(평균 1.70)%, 모래 14.15~18.39(평균 13.23)%, 실트 27.59~47.15(평균 30.84)%, 점토 35.79~55.73(평균 36.19)%로 구성되어 있으며, Folk 분류법에 의해 (g)M, sM(Sandy mud), gM(Gravelly mud)로 분류되었다. (5) 2010년 1월 남성리 패류 양식장 저서생물 현황조사에서는 총 11종이 1%이상의 우점종으로 출현하였으며 이 중 연체동물이 1종, 다모류가 8종, 갑각류가 2종이었다.

핵심용어 : 고흥 남성리, 패류양식장, 수치모델링, 저서생물, 현장조사

Abstract : To understand the variation of macro benthos community according to the installation of structure and topographic placement in the shellfish farm on tidal flat, the practical example of the tidal shellfish growing area at Namsung-ri Goheung was observed. The results of the research for the field observation were summarized as follows. (1) The ground gradient of the shellfish farm was very flat below about 1°. The shellfish farm ground took the shape of U from the shoreline to the place of 150 m seawards, and the shape of Π from there to the low tide line. During ebb tide, the U shape ground stored the sea water, and the Π shape ground was supposed to act as the effect factor to leak slowly or to prevent the outflow. (2) The oyster shell bag or the type of riprap wall as the boundary in the shellfish farm was classified into five types. The air exposure time and flooding time were 181 and 434 minutes, respectively. (3) In the numerical experiment, the deep-sea water wave coming in the study area had 0.5 m of maximum wave height to show the very stable conditions and the wave direction pattern of S-direction was dominant at Naro great ridge, and SE, SSW and S-direction were distributed strongly around the shellfish farm. (4) By the grain size analysis, the sediment around tidal flat consisted of gravel 0.00~5.81(average 1.70)%, sand 14.15~18.39(average 13.23)%, silt 27.59~47.15(average 30.84)% and clay 35.79~55.73(average 36.19)%, and the sediment type was divided into (g)M(lightly gravelly mud), sM(sandy mud) and gM(gravelly mud) by Folk's diagram. (5) The macro benthos community survey conducted in this site in January, 2010 showed that 1 species of Mollusca, 8 species of Polychaeta and 2 species of Crustacea appeared, and 11 species occupying over 1% of total abundance were dominant.

Key Words : Namsung-ri Goheung, Shellfish farm, Numerical modeling, Macro benthos, Field observation

* 대표저자 : 정회원, joyh57@jeonnam.go.kr, 061-275-1020

† 교신저자 : 종신회원, yoonhans@pknu.ac.kr, 051-629-7375

1. 서론

갯벌은 “조수가 드나드는 바닷가나 강가의 모래 또는 개펄로 구성된 넓고 평평하게 생긴 땅”이라고 정의된다. 이처럼 갯벌에서 퇴적물의 조성 and 분포, 지형 특성은 매우 중요하다. 즉, 퇴적물의 조성 and 분포, 지형 등의 퇴적환경 요인은 그 지역의 수리 에너지 특성을 반영하거나 갯벌의 화학적 특성이나 생물의 분포를 좌우하는 요인으로서 매우 중요하다(김과 양, 2001; 김 등, 2008b). 특히 조간대 갯벌에서는 조석에 의해서 해수의 유입과 유출이 반복되는 동안에 물리, 화학 및 생물학적 과정을 통해서 오염물질들이 자연적으로 정화되고 있다.

바지락(*Ruditaps philippinarum*)은 백합과(Family Veneridae)에 속하는 종으로서 분포 범위는 한국, 일본, 중국 등의 동아시아 지역뿐만 아니라 유럽의 프랑스, 스페인, 영국 그리고 북아메리카의 미국, 캐나다 등지에 널리 서식하고 있는 종으로서 생산량과

경제적인 면에서도 매우 중요한 종으로 알려져 있다. 특히 우리나라에서도 이 종의 분포는 매우 광범위해서 북으로는 평안북도, 남으로는 전 연안의 간석지가 잘 발달된 조간대와 일부 조하대의 사니질에 서식하고 있다(원과 허, 1993; 박과 김, 2009). 조간대로 유입되는 큰 강이나 하천이 없는 반 폐쇄성 만(Bay)에서는 강수량에 의한 일시적인 영향과 지하수 유입에 의한 영향을 제외하면 외해수의 염분변화에 의해 크게 조절된다(강 등, 2009; 조와 구, 2008; Knowles, 2002).

또한 바지락의 형태는 연령, 서식지의 환경조건 및 서식밀도에 따라 영향을 받으며, 조류 소통이 원활하고 염분이 높고 간석지의 온도변화가 적은 곳에서는 장형의 바지락이 분포한다고 알려져 있으며, 바지락의 서식밀도에 영향을 미치는 대표적인 환경요인은 퇴적물의 입도 조성(Sediment properties)이라고 할 수 있으며, 이로 인해 지반변동, 먹이조건, 물리화학적 특성 등이 결정된다(김과 이, 2008a).

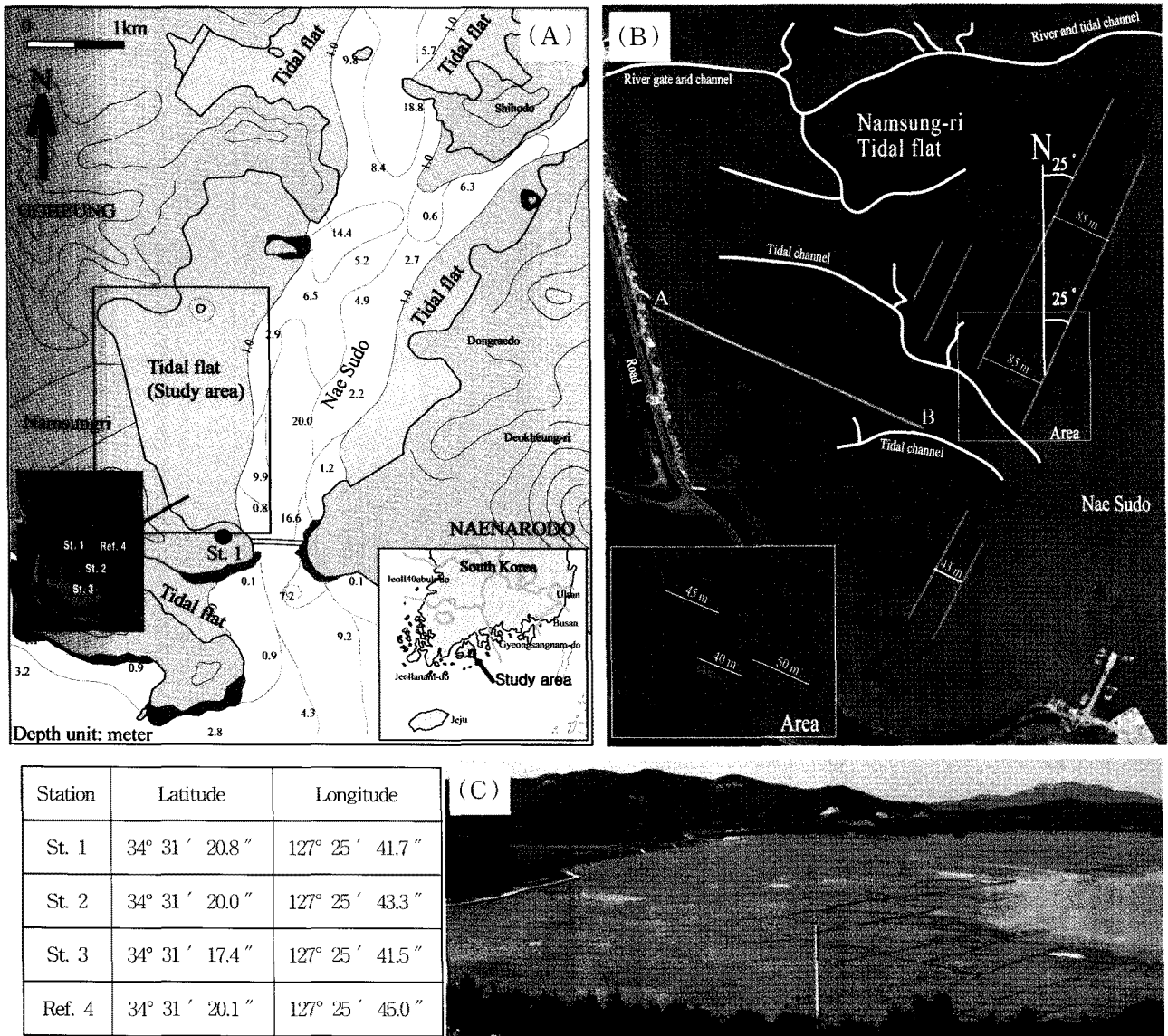


Fig. 1. Map of this study area and station of observation for the benthic environment and benthos in the shellfish growing area of Namsung-ri, Goheung.

바지락 양식은 보통 조간대에 치폐를 3~4ton/ha 정도를 살포하여 특별한 인위적인 구조물 없이 해양환경, 먹이생물 등 자연에 의존하여 양식을 한다. 그러나 현재 우리나라의 패류양식은 과도한 종패살포, 어장밀식, 어장노후화, 집단폐사, 생산성 저하 등의 고질적 문제를 가지고 있어 패류 양식의 안정을 위하여 새로운 방법 등이 요구되고 있는 실정이다.

조간대에 서식하는 수많은 패류 자원에 대한 효과적인 관리를 위해서는 조류나 파랑의 변화뿐만 아니라 퇴적물의 입도 조성 및 이동 등 퇴적물의 움직임과 그 움직임에 영향을 주는 요소와 지형변화를 파악하여야 한다. 따라서 조간대 퇴적물의 단기·장기 변화 주기를 파악하고 생물학적 및 지화학적 연구를 병행하여 서로 종합함으로써 패류양식의 생산성을 극대화할 수 있는 기초 연구가 요구된다.

이러한 측면에서 Fig. 1의 연구대상해역인 고흥 남성리 갯벌 양식장은 조간대를 인위적으로 시설물을 설치하여 양식장으로 개선한 사례이며, 연구대상해역의 구조물 설치 및 양식장의 지형적 공간 배치의 사례를 물리 및 화학적 측면에서 조사함으로써 향후 패류양식장의 구조개선 및 생산성 향상을 위한 설계자료를 도출하는 것은 큰 의미가 있다고 판단된다.

이에 본 연구는 갯벌 양식장의 구조물 배치에 미치는 해양파랑의 내습 특성, 양식장의 지형(경사), 양식장 침수 및 간출 패턴, 양식장 저서환경 및 생물 분포 등을 조사함으로써 양식장의 생산성과 갯벌의 노출시간 및 위치, 지형 및 양식장 사석의 축제형식과의 연관성을 살펴보고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 해양파랑 수치모의

갯벌 양식장의 구조물 배치는 내습하는 해양파랑에 대해 안정성 및 기능이 확보되는 방향으로 설치되어야 한다. 내습파랑에 파괴되지 않아야 하며 파향에 대해 가장 효율적인 경사를 이루면서 배치되는 것이 양식장 주변의 물질순환에 효과적이라 할 수 있다.

본 연구에서는 갯벌 양식장이 위치하는 수로 해역에 내습하는 해양파랑의 내습파향 및 파고를 살펴보기 위해 파랑모형인 SWAN model을 이용하여 50년 빈도 심해설계파랑조건(한국해양연구원, 2005)에 대한 경계조건을 바탕으로 수치실험을 수행하였다(Park, 2009). 수치실험시 고려된 심해설계파향은 ESE, SE, SSE, S, SSW이었으며, 탁월 심해파향은 SE, SSE 방향이었다. SSE 심해파랑 내습시의 파랑벡터도를 제시하면 Fig. 2와 같다.

최종적으로 대상해역에 영향을 미칠 것으로 생각되는 모든 파향에 대해 수치실험을 수행하고 갯벌양식장 해역에서의 내습 유의파고 및 파향을 산출하였다. 산출된 결과를 바탕으로 남성리 갯벌 양식장의 구조물 배치와 내습 파랑과의 상호 연관성을 비교 고찰하였다.

2.2 고흥 남성리 갯벌양식장 지형 조사

Fig. 1(A)에서 본 연구의 대상해역인 고흥 남성리 갯벌양식

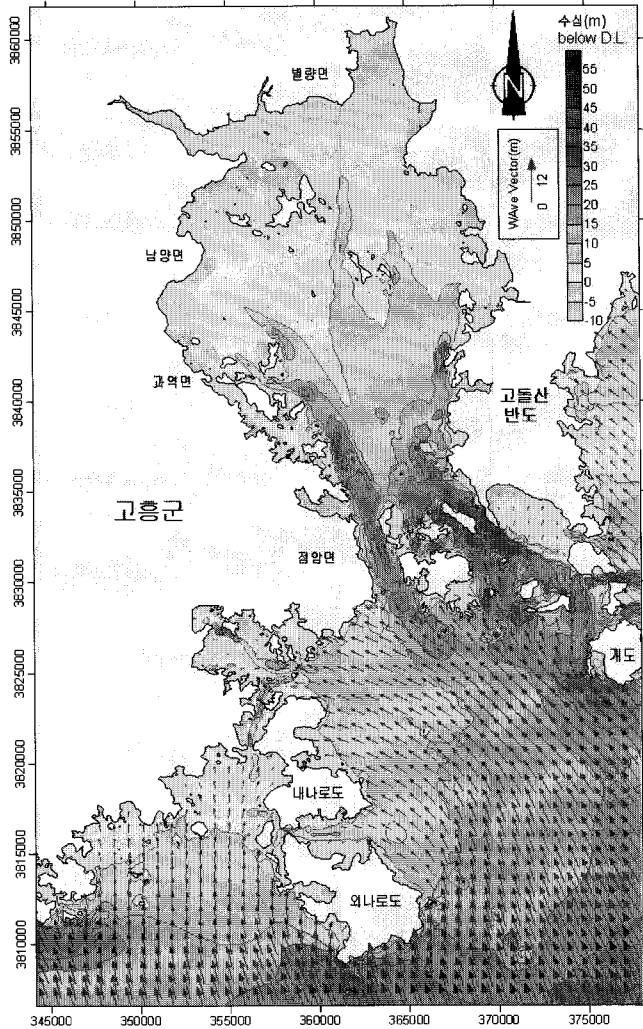


Fig. 2. Wave vector during the invasion of the deep-sea water wave with SSE direction around the Goheung Peninsula.

장은 남해안 고흥반도의 남서부(고흥반도와 내나로도 사이)에 위치하며, 육지 쪽으로는 항아리 형태의 등글게 만입된 해역이며 남측으로는 나로대교가 위치하고 북으로는 소호도를 중심으로 좁은 수로 형태의 해역 특징을 가진다. 남성리 갯벌 양식장 해역은 큰 강의 유입이 없고 서측 연안 중앙부로 소규모 갑문이 위치한다. 갑문은 2.5(L)×3.0(H)m의 4개 수문으로 구성되어 있다. 좁은 수로인 내수도(Nae sudo)의 수심은 깊은 곳이 약 20m, 평균 약 10m이내의 수심 분포를 가지며 수로를 사이에 두고 동측과 서측에 조간대(갯벌)가 넓게 분포하고 있다.

조간대에는 인위적으로 육지 경작과 유사하게 일정한 구역을 설정하여 바지락 양식장이 시설되어 있으며 양식장 배치를 위성사진으로 살펴본 Fig. 1(B)에서 알 수 있듯이 북으로 약 25도 경사지계 폭이 40~50m의 일정한 간격으로 양식장이 배치되어 있다.

남성리 갯벌양식장의 내부를 가로지르는 Fig. 1(B)의 A-B 단면에 대해서 광파기 측량을 통해 대상해역의 대표적 지반 경사도를 관측하였다. 측정된 결과는 서측 도로 하단부의 갯벌 시작

점으로부터 외해 방향으로 약 400m를 측정하였으며 전체 측정 데이터에 대해서 추세선을 같이 표기하였다.

또한 갯벌 양식장 내부의 구분 시설로 설치된 굴폐각 망태 또는 사석의 축제 형식 및 배수시설인 수로의 설치 현황 등을 현장조사를 통해 살펴보았다. 이상의 결과를 통해 양식장의 지반 특성과 지형구조물의 특성을 살펴보고자 한다.

2.3 양식장 침수 및 간출 패턴

본 연구에서는 남성리 갯벌양식장의 바지락 생산성에 미치는 조간대 간출 및 침수 패턴을 살펴보기 위해 2009년 11월 19일에 Fig. 1(A)의 St. 1 정점에서 창조 및 낙조시의 양식장의 침수 및 간출시간을 비디오 촬영을 통해 확인하고자 하였다.

기존 연구결과로서 원과 허(1993)의 매월 조간대 지역에서 간출 장소별로 치패 출현량과 크기를 조사한 결과에 따르는 대조기 3, 1, 6시간 정도 노출되는 곳의 순이며, 개체수가 가장 높은 경우도 3시간 간출 장소이었다고 주장하였다. 또한 최(1965)는 해수소통이 원활하고 갯벌 온도 변화가 작은 곳의 바지락은 장형으로, 해수소통이 나쁘고 온도 변화가 큰 곳의 바지락은 단형의 둥근 바지락이 된다고 하였다.

Fig. 3은 일반적인 조석변화에 따른 양식장 지반의 대기노출에 대한 개념도를 나타낸 것이다. 이는 일별 및 월별, 계절별 조석변화에 따른 해양과 육지의 비열에 따른 조간대 갯벌의 생산성과의 상관성을 평가하는데 유효한 자료로 활용될 수 있다. 따라서 본 연구대상해역인 남성리 갯벌양식장의 침수 및 간출 패턴을 살펴보는 것은 상술한 바와 같이 간출 장소별 치패의 출현량과 크기, 개체수 그리고 바지락 형태에 영향을 미치기 때문에 양식장의 지형적 위치를 선정함에 있어서 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

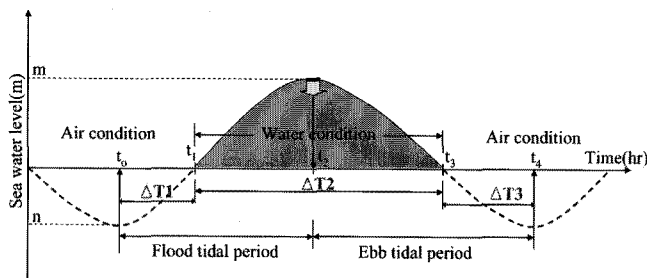
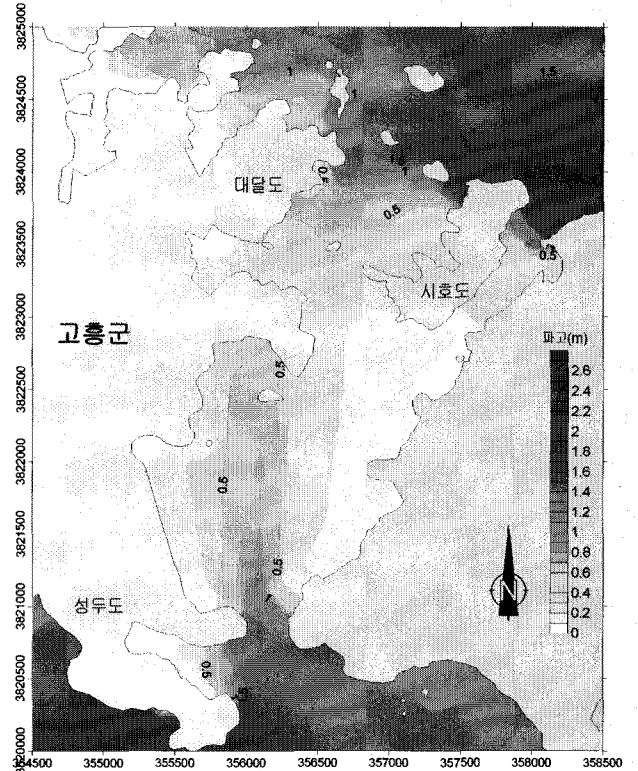


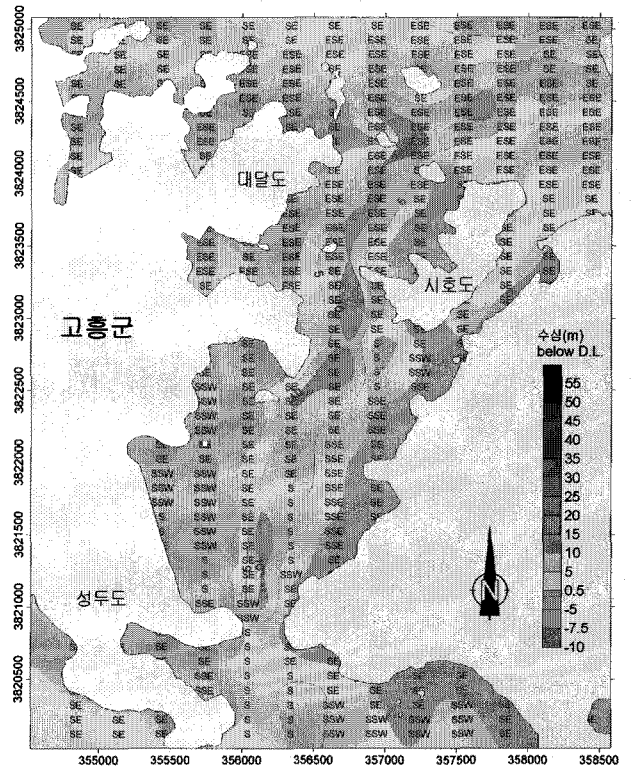
Fig. 3. Schematic diagram of the air exposure of shellfish farm by tidal variation.

2.4 양식장 저서환경 및 생물 분포

남성리 바지락 양식장의 지형공간 구조특성에 따른 저서환경 및 저서생물 분포 특성을 알아보기 위하여 구획경계가 설치된 비교구 3개소(St. 1, St. 2, St. 3)와 구획경계가 없는 대조구 1개소(Ref. 4)를 설정하여 현장조사를 실시하였다(Fig. 1(A)). 비교구중 St. 1과 St. 2는 최외각 지역에 위치하며, St. 3은 가장 내측에 위치하여 위치별 생태환경특성을 살펴볼 수 있도록 하였다. 조사일시는 2010년 1월 22일로, 저서환경 조사항목은 표층퇴적물 입도, COD, 강열감량이었으며 분석은 해양환경공정



(a) Calculated wave height



(b) Calculated wave direction

Fig. 4. The distribution of the height and direction of the deep-sea water wave coming in the shellfish farm in Namsung-ri, Goheung.

시험법(해양수산부, 2006)을 따랐다. 저서생물은 16cm×16cm 방형구를 제작하여 조사정점에서 무작위로 투척하여 깊이 25cm

내의 저서생물을 모두 채집하였으며 조사투척은 3반복으로 실시하였고, 출현종에 대한 분석은 대형 저서동물만 분류하였고, 결과 값은 3반복내의 출현된 종을 총합하여 나타내었다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 내습 해양파랑 분포 특성

본 연구에 갯벌 양식장이 위치하는 수로 해역에 내습하는 해양파랑의 내습파향 및 파고를 파랑모형인 SWAN model을 이용하여 50년 빈도 심해설계파랑조건(한국해양연구원, 2005)에 대하여 수치실험을 수행한 결과는 Fig. 4와 같다. 그림에서 살펴보면 대상해역에 내습하는 심해파랑은 최대파고 약 0.5m로서 매우 정온한 상태를 나타내는 해역특성을 나타내고 있으며 그 내습 파향은 나로대교 하단부는 S방향, 갯벌양식장 인근은 SE, SSW, S방향의 파랑이 주요 탁월 입사파향으로 조사되었다. 즉, 남성리 패류양식장은 폐쇄성 해역의 특성상 외해 파랑의 내습에 대해서 큰 영향을 받지 않을 것으로 생각되나 Fig. 1(B)에서 나타낸 바와 같이 양식장이 북측으로부터 약 25도 경사지게 설치되어 있는 점을 살펴보면 나로대교 하단부로부터 내습하는 해양파랑에 대해 범선방향으로 양식장 구조물(시설물)이 배치되어 있음을 알 수 있다. 또한 이는 양식장 수로의 방향을 내습 파랑 또는 해수의 유입방향과 일치하게 두는 구조적 특성을 가지고 있다.

3.2 갯벌양식장 지형 구조

남성리 갯벌양식장의 내부를 가로지르는 Fig. 1(B)의 A-B 단면에 대해서 광파기 측량을 통해 대상해역의 대표적 지반 경사도를 관측하였다. 그 결과에 따르면 Fig. 5와 같이 양식장의 지반 경사도는 약 1도 미만으로 매우 평탄한 경향을 보이며 특징적으로 육지에서부터 약 150m까지는 U형이며 그 후는 U형의 지반형태를 가지고 있다. 이는 조시에 따라서 간조시에는 U형의 지반에 해수를 가두게 되고 U형의 지반이 외해 유출을 가로막을 뿐만 아니라 내부수위로서 간조시 동안 천천히 해수를 외해로 유출시키는 요소로 작용하게 될 것으로 생각된다. 즉, 양식장의 조석변화에 따른 양식장 지반의 대기노출에 있어서 급격하게(짧은 시간에) 대기에 노출되는 경향을 방지하고 U형 지반 및 수로 내의 해수유출이 양식장의 지반의 함수율을 일정 시간으로 유지시키는 기구로서 작용할 것으로 생각된다.

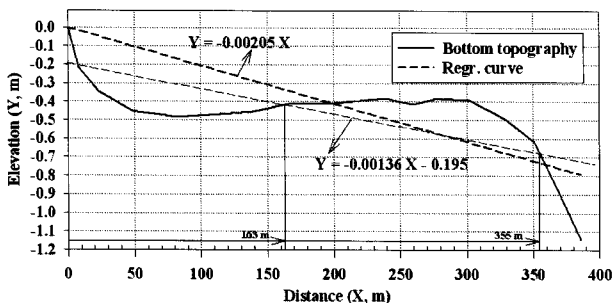


Fig. 5. The farm ground gradient in study area.

또한 양식장의 구분 시설인 굴패각 망태 또는 사석의 축제 형식 및 배수시설인 수로의 설치 현황 등을 현장조사를 통해 살펴본 결과는 Fig. 6과 같이 구분할 수 있다. 결과적으로 총 5개의 Type으로 구분할 수 있는데, 인위적인 구조물이 없이 자연유하 형식의 수로(Type 1), 굴패각 망태를 이용한 1단 1줄의 시설물(Type 2), 굴패각 망태와 일반사석을 혼용한 1단 1줄의 시설물(Type 3), 일반 사석을 이용한 시설물(Type 4), 굴패각 망태를 2단으로 축제하여 수로를 만든 형식(Type 5)으로 구분할 수 있다. 위치상으로는 Type 1의 형식은 Fig. 1(B)의 A-B 단면 중에서 A정점의 인근에, Type 5의 형식은 B정점의 인근에 주로 시설되어 있으며 그 사이에는 Type 1, 2, 3이 혼용되어 사용되고 있는 것으로 조사되었다.

이상의 결과를 종합하면 육지에서부터 약 150m까지의 U형 지반의 경우 인위적인 구조물(시설물)이 없어도 양식장으로서의 배수에 문제가 없으나, U형의 지반형태에서는 외해와 접해있고 해수를 담고 있는 시간의 극대화, 해양파랑의 내습 시 양식장의 안정을 위해 인위적인 구조물(시설물)을 설치하는 것으로 생각된다.

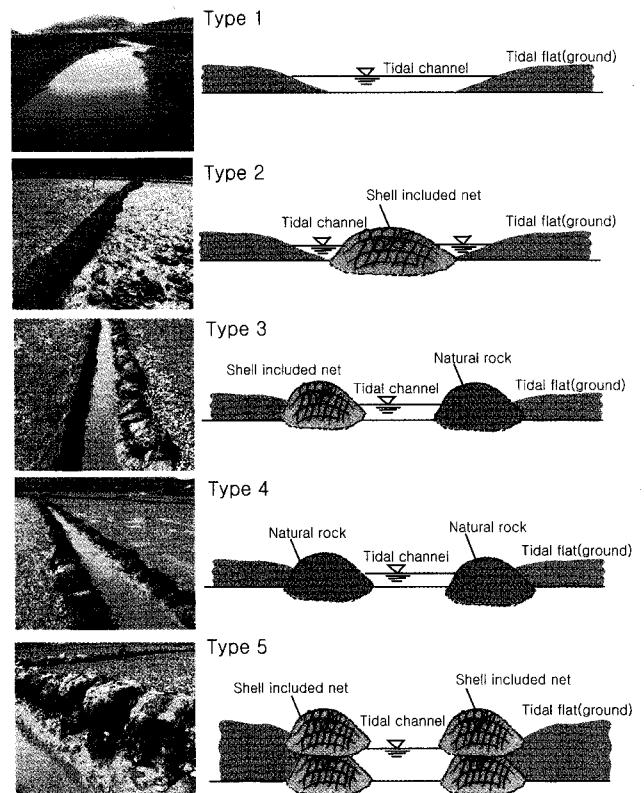


Fig. 6. The types of the boundary barrier in Namsung-ri, Goheung.

3.3 양식장 침수 및 간출 패턴

남성리 갯벌양식장의 조간대 간출 및 침수 패턴을 살펴보기 위해 2009년 11월 19일에 Fig. 1(A)의 St. 1 정점에서 창조 및 낙조시의 양식장의 침수 및 간출시간을 비디오 촬영하였다.

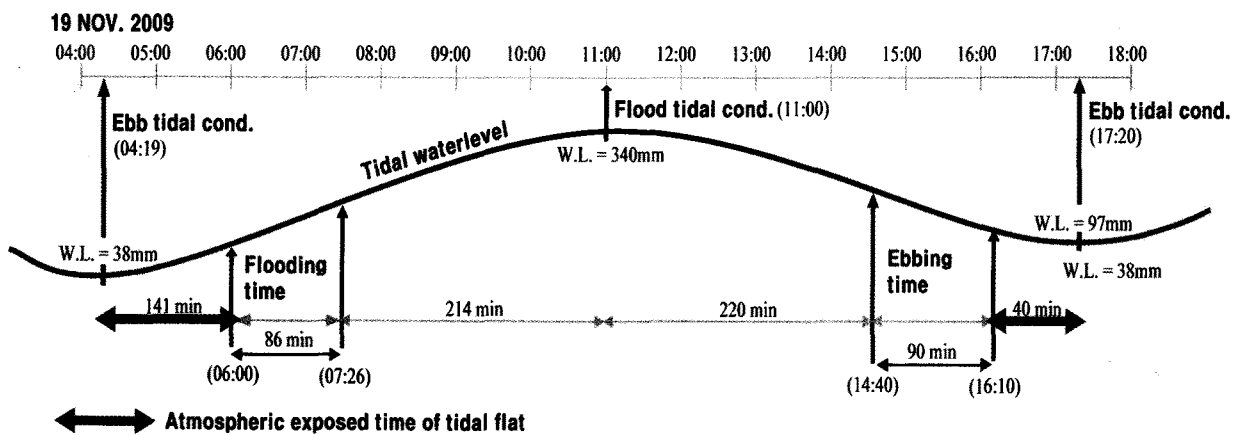
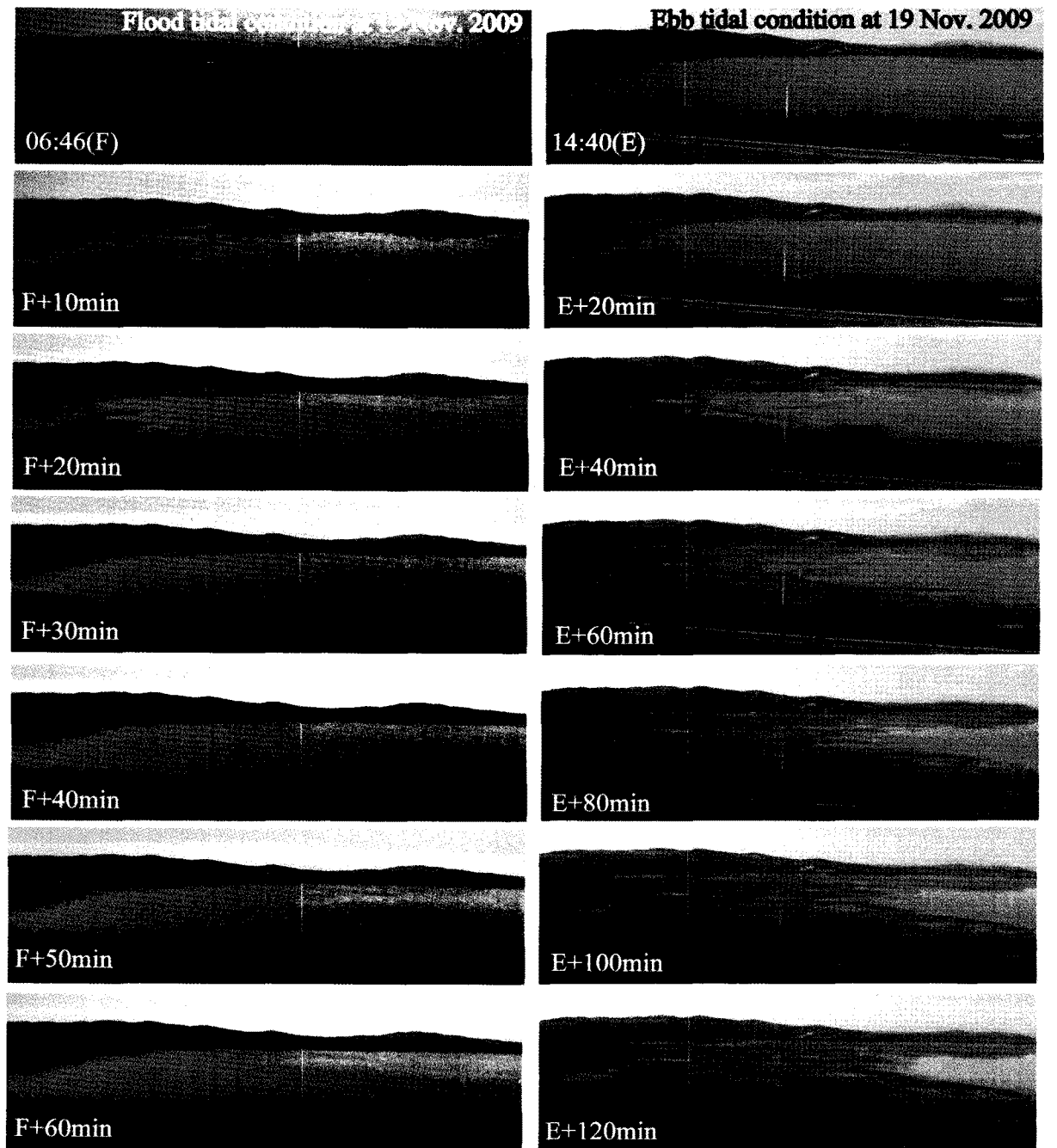


Fig. 7. The pattern of inundation and exposure of the shellfish farm in Namsung-ri, Goheung.

그 결과는 Fig. 7에 나타낸 바와 같은데 관측시점은 대조기로서 고흥 관측소를 기준으로 조석표에 제시된 만조 시간은 오전 11시로서 조위는 340mm, 만조 전의 낙조 시간은 오전 4시 19분으로 조위는 38mm, 만조 후의 낙조 시간은 오후 17시 20분으로 조위는 97mm로 조사되었다.

결과적으로 남성리 갯벌양식장의 침수 시간은 약 86분이며, 간출 시간은 약 90분으로 조사되었다. 이를 통해 양식장의 대기 노출 시간은 간출시간 이후(40분)와 저조 후 침수시간 이전(141분)을 합하면 총 181분으로 약 3시간 동안 대기에 노출되는 것으로 조사되었다. 이에 반하여 갯벌 양식장 전체가 침수된 시간은 완전히 침수된 시간 이후(214분)와 고조후 간출시작 시간까지(220분)를 합하면 약 434분으로 약 7시간에 해당하는 것으로 조사되었다.

이와 같이 대기에 노출된 시간동안 갯벌의 온도환경은 조석 주기에 따라 기온, 수온, 지온들이 연속적으로 이어지면서 서식하는 생물체의 대사활동, 번식생리 및 생체 방어기능 등에 영향을 주게 된다(송 등, 2008). 또한 기존 원과 허(1993)의 3시간 간출 장소에서 가장 생산성이 높다고 주장한 내용과 비교해 보면 남성리 갯벌양식장해역은 지형적 특성상 생산성이 높을 것으로 예상할 수 있다.

3.4 양식장 저질 입도 및 저서환경

고흥 남성리 주변 해역의 입도분석 결과 Gravel 0.00~5.81(평균 1.70)%, 모래 14.15~18.39(평균 13.23)%, 실트 27.59~47.15(평균 30.84)%, 점토 35.79~55.73(평균 36.19)%로 점토>실트>모래>자갈(Gravel)의 함량 순으로 나타났다(Table 1). Folk's 분류법에 의한 지점별 퇴적물종류는 St. 1은 (g)M, St. 3은 gM, St. 2와 Ref. 4는 sM상으로 분류되었다. 평균입도의 분포는 6.10~7.87(평균 7.23) Φ 이었으며, 분급도는 3.21(Very poorly sorted)~4.63(Extremely poorly sorted)(평균 3.66) Φ 로 전반적으로 분급이 매우 저조하게 나타났다. 왜도는 -0.46(Very coarse-skewed)~0.16(Fine-skewed)(평균 -0.18) Φ 로 대조구인 Ref. 4에서만 양성왜도를 나타냈고 나머지 정점은 음성왜도를 나타냈다. 첨도는 0.80~1.16(평균 0.93) Φ 로 대부분 완첨에 가까웠다.

남성리 패류양식장의 조사기간동안 환경상태를 살펴보면 저서클로로필-a는 7.91~24.80 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 으로 St. 3에서 가장 높은 값을 보였으며, 대조구에서는 13.41 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 값을 보였다. 저질 COD는 3.00~6.49mg O₂/g.dry로 St.2와 Ref.4에서 다소 높았으나, 조사정점 모두 일본 환경기준 20mgO₂/g.dry 보다 낮은 양호한 상태를 보였으며 강열감량(II)은 2.33~4.22%로 미국 EPA 5% 기준 보다 낮게 나타났다(해양수산부, 2003).

3.5 양식장 저서생물

2010년 동계(1월) 남성리 패류 양식장 저서생물조사에서는 총 10종이 1%이상의 우점종으로 출현하였으며 이중 연체동물이 1종, 다모류가 7종, 갑각류가 2종이었다. 가장 우점한 종은 바지락(*Ruditapes philippinarum*)으로 1,790개체가 출현하여 전체의 33.99%를 나타냈고 특히 구획 경계둑이 설치된 정점에

서 대부분을 차지하였다. 나머지 10% 이상의 종은 다모류인 *Prionospio* sp., *Heteromastus filiformis*가 출현하였다(Table 2). 지점별 출현양상을 살펴보면 구획 경계둑이 설치된 정점 중 연안과 가장 인접하고 갯벌의 노출시간이 다소 긴 St. 3정점에서 출현종수 및 군집밀도가 가장 낮게 나타났으며, 나머지 정점은 유사한 단위면적당 출현종수를 나타내는데 반해 군집밀도는 경계둑이 설치되지 않은 Ref. 4 양식장 정점에서 적게 나타났다. 그러나 Ref. 4정점은 생물풍부도(R')와 다양성지수(H')는 가장 높게 나타나 환경수준이 매우 양호한 지역이었다. 단 경계둑이 설치된 지역은 바지락 출현이 St. 1, St. 2, St. 3에서 각각 645 개체/m², 1,042 개체/m², 78 개체/m²로 특히 많이 출현하여 우점도가 0.5이상을 나타냈다. Ref. 4정점에서는 26 개체/m²로 다른 생물에 비해 다소 빈약한 출현 양상을 보였다.

이상에서와 같이 외해에 인접한 경계둑 설치가 바지락 양식장의 생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 추론되며, 이에 대한 정량적인 평가를 위해서는 장기적인 생산성 모니터링이 요구된다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 고흥 남성리 갯벌양식장의 구조물 설치 및 양식장의 지형적 공간 배치의 사례를 조사함으로써 갯벌 양식장의 구조물 배치에 미치는 해양파랑의 내습 특성, 양식장의 바지락 생산성과 갯벌의 노출시간 및 위치, 지형 및 양식장 사석의 축제 형식과의 연관성을 살펴보고자 하였다. 이상에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 대상해역에 내습하는 심해파랑은 최대파고 약 0.5m로서 매우 정온한 상태를 나타내는 해역특성을 나타내고 있으며 그 내습 파향은 나로대교 하단부는 S방향, 갯벌양식장 인근은 SE, SSW, S방향의 파랑이 주요 탁월 입사파향으로 조사되었다. 양식장이 북측으로부터 약 25도 경사지게 설치되어 있는 점을 고려하면 나로대교 하단부로부터 내습하는 해양파랑에 대해 법선 방향으로 양식장 구조물(시설물)이 배치되어 있다.

(2) 남성리 갯벌양식장의 지반 경사도는 약 1° 미만으로 매우 평탄하며, 해안선으로부터 약 150m까지는 Π 형, 그 후는 Γ 형 지반형태이다. Π 형 지반은 간출시 해수를 가두고, Γ 형 지반은 내부수위로서 간조시 동안 해수 유출을 지연시키는 요소로 작용하게 될 것으로 생각된다.

(3) 양식장의 구분 시설로 설치된 굴폐각 망태 또는 사석의 축제 형식은 총 5가지로 구분할 수 있으며, 인위적인 구조물이 없이 자연유하 형식의 수로는 해안선 인근에, 굴폐각 망태를 2단으로 축제하여 수로를 만든 형식은 외해 측에 주로 시설되어져 있으며 그 사이에는 굴폐각 망태와 일반사석을 혼용한 형식이 사용되고 있다.

(4) 남성리 갯벌양식장해역은 지형적 특성상 양식장의 대기 노출 시간은 총 181분으로 약 3시간 동안 대기에 노출되는 것으로 조사되었으며, 침수된 시간은 약 434분으로 약 7시간에 해당한다.

(5) 고흥 남성리 주변 해역의 입도분석 결과 gravel 0.00~

Table 1. Grain size, textural parameter, sediment type, benthic chlorophyll-a, COD and IL of surface sediment in Namseong-ri shellfish farm on Goheung

Station	Composition(%)				Textural parameter (Φ)				Sediment Type	Benthic chlorophyll-a (μg/cm ²)	COD (mg O ₂ /g.dry)	IL(%)
	Gravel	Sand	Silt	Clay	Mz	SI	SKI	KG				
St. 1	2.35	14.34	27.59	55.73	7.87	3.54	-0.46	0.90	(g)M (lightly gravelly mud)	7.91	3.00	4.08
St. 2	0.36	14.15	36.52	48.97	7.80	3.21	-0.13	0.80	sM(Sandy mud)	20.17	6.49	4.22
St. 3	5.81	18.39	38.43	37.37	6.10	4.63	-0.28	1.16	gM(gravelly mud)	24.80	3.50	2.33
Ref.4	0.00	17.06	47.15	35.79	7.14	3.25	0.16	0.84	sM(Sandy mud)	13.41	5.99	2.95

Table 2. Dominant species, density, richness, species diversity and evenness of macro benthos in Namseong-ri shellfish farm on Goheung

Taxa / St.	St. 1	St. 2	St. 3	Ref.4	Total	%
<i>Ruditapes philippinarum</i> (m) ¹	645	1,042	78	26	1,790	33.99
<i>Prionospio sp.</i> (p) ²	234	456	0	130	820	15.57
<i>Heteromastus filiformis</i> (p)	176	117	117	156	566	10.75
<i>Glycera chirori</i> (p)	195	104	52	52	404	7.66
<i>Tharyx sp.</i> (p)	117	65	65	169	417	7.91
<i>Lumbrineris longifolia</i> (p)	78	52	91	39	260	4.94
<i>Macrophthalmus japonicus</i> (C) ³	59	104	13	169	345	6.55
<i>Amphipoda sp.</i> (C)	78	26	0	39	143	2.72
<i>Eteone sp.</i> (p)	39	26	13	0	78	1.48
<i>Platynereis bicanaliculata</i> (p)	39	13	13	0	65	1.24
No. of species	12	19	9	19	27	
Density (ind./m ²)	1,699	2,122	456	990	5,267	
Richness index(R')	1.48	2.35	1.31	2.61	3.03	
Species diversity index(J')	0.81	0.61	0.90	0.87	0.68	
Evenness index(H')	2.02	1.80	1.98	2.55	2.25	
Lambda'	0.52	0.71	0.46	0.34	0.50	

1: Mollusca, 2: Polychaeta, 3: Crustacea.

5.81(평균 1.70)%, 모래 14.15~18.39(평균 13.23)%, 실트 27.59~47.15(평균 30.84)%, 점토 35.79~55.73(평균 36.19)%로 점토>실트>모래>자갈(Gravel)의 함량순으로 나타났다.

(6) 2010년 동계(1월) 남성리 패류 양식장 저서생물조사에서는 경계구역이 설치된 해역 중 의해와 인접하고 저서식물플랑크톤이 높게 나타난 정점에서 바지락 서식밀도가 가장 높게 나타났다.

본 연구의 결과는 조간대 서식 패류 자원에 대한 효과적인 관리 방안 및 생산성 향상의 실질적 기술개발에 기초적 자료로 활용되기 위해서는 대상해역에 대한 해양파랑 및 해수순환, 양식장 저서생물에 대한 보다 장기적인 생산성 모니터링이 요구된다.

후 기

이 논문은 수산특정연구과제 “패류양식장의 생산성향상 및 다목적 이용을 위한 구조개선 연구(No. F20926709H220000110)”에 의해 수행된 결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 강미란, 임동일, 장풍국, 김기범, 강영실(2009), 서해 합평만에서 조위변화에 따른 영양염 변동, 한국해양환경공학회지, 제12권, 제3호, pp. 202-208.
- [2] 김도희, 양재삼(2001), 곰소만에서의 오염물질 플럭스 및 탈질산화, 한국해양환경공학회지, 제4권, 제4호, pp. 32-41.
- [3] 김도희, 이경선(2008a), 연안에서의 바지락 폐사 원인규명에 관한 연구, 해양환경안전학회지, 추계학술발표논문, pp. 145-147.
- [4] 김종구, 유선재, 안옥성(2008b), 줄포만 갯벌의 입도특성 및 중금속 오염도 평가, 해양환경안전학회지, 제14권, 제4호, pp. 247-256.
- [5] 박중수, 김선용(2009), 곰소만에 서식하는 바지락의 성장, 수산해양교육연구, 제21권, 제2호, pp. 230-236.
- [6] 송재희, 김치홍, 박성우, 유진하, 조영조(2008), 한국 서해 백합 *Meretrix lusoria*의 생물학적 활성요인의 계절성, 한

- 국양식학회, 제21권, 제2호, pp. 111-122.
- [7] 원문성, 허성범(1993), 바지락의 비만도와 치패의 출현, 한국양식학회지, 제6권, 제3호, pp. 133-146.
- [8] 조홍연, 구분주(2008), 강화도 남단 조간대에서의 수온 및 염분 변동양상 분석, 한국해양해양공학회지, 제20권, pp. 310-320.
- [9] 최상(1965), 바지락 패각의 형태변이와 바지락의 장형, 단형의 형태적 특성에 관하여, 물식물회지, 제8권, pp. 1-7.
- [10] 한국해양연구원(2005), 진해역 심해설계과 추정보고서 II, pp. 229-238.
- [11] 해양수산부(2006), 해양환경공정시험방법, pp. 270-271.
- [12] 해양수산부(2003), 노후 양식어장의 효율적 저질 개선 방안 연구, p. 321.
- [13] Knowles, N.(2002), Natural and management influences on freshwater inflows and salinity in the San Francisco Estuary at monthly to interannual scales, Water Resour. Res., Vol. 38, p. 25.
- [14] Park, H. B.(2009), Sensitivity of Input Parameters in the Spectral Wave Model, 한국해양공학회지, Vol. 23, No. 2, pp. 28-36.

원고접수일 : 2010년 03월 25일

원고수정일 : 2010년 05월 31일 (1차)

: 2010년 06월 16일 (2차)

게재확정일 : 2010년 06월 24일