



저작자표시-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2011년 2월

석사학위 논문

인천대교 주변해역 조하대
대형저서무척추동물 군집의 분포 특성

조선대학교 대학원

해양생명과학과

로승욱

인천대교 주변해역 조하대
대형저서무척추동물 군집의 분포 특성

Subtidal macroinvertebrate community
in the around sea of the Incheon Bridge

2011년 2월

조선대학교 대학원

해양생명과학과

로승욱

인천대교 주변해역 조하대
대형저서무척추동물 군집의 분포 특성

지도교수 윤 성 명

이 논문을 이학 석사학위 논문으로 제출함

2011년 2월

조선대학교 대학원

해양생명과학과

로 승 옥

로승욱의 석사학위논문을 인준함

위원장	조선대학교 교수 <u>조 태 오</u> (인)
위 원	조선대학교 교수 <u>윤 성 명</u> (인)
위 원	조선대학교 교수 <u>이 건 호</u> (인)

2010년 10월

조선대학교 대학원

목 차

List of Tables	II
List of Figures	III
Abstract	IV
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	4
1. 조사지역 및 시기	4
2. 현장조사 및 동정, 분류	6
3. 통계처리	8
III. 결 과	9
1. 조사지역 퇴적환경	9
2. 출현종 현황	13
3. 연도별 저서동물군집 변화	17
4. 계절별 저서동물군집 변화	21
5. 다양도 지수	28
IV. 고 찰	33
Reference	36
Appendix	39

List of Tables

Table 1. Coordinations and investigation times of study stations	5
Table 2. Surveing times and dates of the present study date	5
Table 3. Composition and species abundances according to invertebrate taxa ·	14
Table 4. Number of species occurred from each study stations	15
Table 5. Biomass(ind./0.1m ²) distribution of the invertebrate community at each study stations	16
Table 6. Diversity indices (H') of the invertebrate communities at each study stations	28
Table 7. Change of diversity indices (H') of the invertebrate communities at each study stations	29
Table 8. Seasonal change diversity indices (H') of the invertebrate communities at each study stations	31

List of Figures

Fig. 1. A map showing the localities of study stations	4
Fig. 2. Van Veen Grab	7
Fig. 3. Sorting process of subtidal macroinvertebrates	7
Fig. 4. Profiling of subtidal layer	8
Fig. 5. Change of the subtidal layer profiles at st. 4	9
Fig. 6. Change of the subtidal layer profiles at st. 5	10
Fig. 7. Change of the subtidal layer profiles at st. 7	11
Fig. 8. Change of the subtidal layer profiles at st. 8	12
Fig. 9. Composition of the subtidal invertebrate taxa	13
Fig. 10. Changes of the mean number of the species occurred	17
Fig. 11. TChange of the biomass(ind./0.1m ²) of invertebrate community	18
Fig. 12. Changes of the mean number of the species occurred at each study stations	19
Fig. 13. IChange of the biomass(ind./0.1m ²) of invertebrate community at each study stations	21
Fig. 14. Seasonal changes of the mean number of the species occurred	22
Fig. 15. Seasonal changes of the biomass(ind./0.1m ²) of invertebrate community	23
Fig. 16. Seasonal changes of the mean number of the species occurred at each study station	25
Fig. 17. Seasonal changes of the biomass(ind./0.1m ²) of invertebrate community at each study station	27
Fig. 18. Change of diversity indices (H [']) of the invertebrate communities at each study stations	30
Fig. 19. Change of the mean diversity index (H [']) of invertebrate community	30
Fig. 20. Seasonal change diversity indices (H [']) of the invertebrate communities at each study stations	32
Fig. 21. Seasonal change diversity indices (H [']) of the invertebrate communities	32

ABSTRACT

Subtidal macroinvertebrate community in the around sea of the Incheon Bridge

Rho Seung-Wook

Advisor : Prof. Yoon Seong Myeong, Ph.D.

Department of Marine Life Science,

Graduate School of Chosun University

An ecological monitoring study on the subtidal macroinvertebrate community in the around sea of the Incheon Bridge was performed during the period from September, 2005 to July, 2010. In the present study, 10 study stations were established, and seasonal changes for various ecological aspects of the community such as species composition, number of the species occurred, biomass, diversity index (H'), etc., were investigated with profiling subtidal layers.

The result of profiling for subtidal layers was revealed that the benthic environments were strongly affected by the bridge construction and the large collection of bottom sand which had been conducted for several years in near study area.

As a result of the study, a total 267 species belonging to 119 families in 38 orders, 12 classes, and 8 phyla were identified and classified. A total 267 species is comprising 93 polychaete annelids, 78 crustacean arthropods, 73 molluscs, etc. These three dominant groups of species that live on the surface or live in the upper layer of subtidal soft bottom were regarded as the index groups for ecological change.

Mean number of the species occurred at each study stations was estimated from 7.95 (in 2006) to 10.40 (in 2009), and mean diversity index was ranged from 1.77 (in 2006) to 2.63 (in 2009). Considered that the bridge construction was completed on November, 2009, it was suppose that the construction might

have strongly effected on the subtidal macroinvertebrate community.

In the analyses for the seasonal change of community characteristics, mean number of the species occurred was resulted as the lowest value in winter (8.125), and the highest value in summer (9.725), while mean biomass was estimated as low values in winter (42.78 ind./0.1m²) and spring (39.55 ind./0.1m²), and high values in summer (63.35 ind./0.1m²) and autumn (65.73 ind./0.1m²). These results were well accorded with the general features that the growth of population is progressed in warm water temperature in most macroinvertebrates.

1. 서론

2009년 11월 준공된 인천대교는 송도신도시와 영종도를 서로 연결하며 그 시작부분은 갯벌 조간대와 그 사이에 조하대를 포함하여 건설되었다. 인천대교 주변해역은 황해중부 경기만 수역에 위치한 우리나라에서 가장 큰 하구역으로 한강과 임진강의 영향을 직접적으로 받는 혼염성 기수역의 성질을 갖는 해역이다. 인천시를 통과하는 하천을 통해 임해공업단지의 산업폐수 및 인천시 생활하수의 영향을 크게 받으며, 조석에 따라 연안 주변부의 섬 주위로 광범위한 조간대가 드러나고 있고, 얕은 수심과 조석 변화 및 강한 조류 등으로 인하여 상하층의 수괴 혼합이 매우 활발하게 일어나는 복잡한 연안 환경을 이루는 반폐쇄성 연안역이다(한국도로공사, 2005). 이 곳 해역은 인천 송도신도시 매립, 인천국제공항 건설에 따른 영종도 매립, 영종대교 건설, 인천대교 건설 등 인위적인 환경 교란이 많이 이루어진 지역으로서 이에 따른 주변 해역의 퇴적상 및 조류 방향의 변화 등에 의해 저서생태계의 변화가 생겼을 것으로 예상된다(한국도로공사, 2005; 임과 최, 1998).

인천대교 건설 공사와 같은 대형 구조물을 해양에 설치하는 공사가 저서 생태계에 미치는 영향은 다양한 측면에서 살펴보는 것이 가능하다. 이러한 대형 구조물은 첫째, 해수유동을 바꾸며, 둘째, 표층 퇴적상을 변화시킬 뿐만 아니라, 셋째, 수층의 성층 정도를 바꾸고, 넷째, 오염물질 유입과 희석률에 영향을 끼쳐 직접적으로 혹은 간접적으로 저서동물 군집에 영향을 미칠 것이다. 해수유동 변화는 퇴적물 식자나 부유물식자 등 식이형태(feeding type), 가입과 확산, 먹이공급 등에 영향을 주며, 표층 퇴적상의 변화로 인한 서식하는 저서동물의 기능적인 형태나 행동에 영향을 끼치며 이러한 영향은 저서동물군집에 영향을 줄 수 있다(Ahn et al., 2006).

해양생물 중 대형저서무척추동물은 대부분 고착성이거나 이동성이 적어 수층의 플랑크톤이나 어류 등의 생물 군집보다 저서환경의 변화 뿐 아니라 수계 환경의 변화에도 능동적으로 대처할 능력이 부족하다. 따라서 플랑크톤이나 어류 등의 군집보다 해양환경의 시·공간적인 변화가 큰 해역에서의 해양환경 모니터링 연구에 유용하다(임 외, 1995; 유 외, 2004). 더불어 저서 군집은 생물의 종류가 다양하고, 퇴적물식자나 부유물 식자 등의 다양한 섭식 형태를 가지고 있으며, 생물마다 환경 변화에 대한 민감도가 다르고, 수층에 서식하는 생물들과는 달리 중장기적으로 축적된 환경 변화 혹은 악화에 반응한다는 것 등, 생태계 변화를 나타내는 지시자(indicator)로서의 역할을 할 수 있는 특징들을 가지고 있다(안 외, 2006). 따라서 대규모 공사로 인한 해양생태계

의 변화가 예측되는 해역에서 저서동물상 조사는 앞으로의 생태계 변화추이를 분석하는 기초자료로서 매우 중요하다.

이러한 저서동물상의 시·공간적인 변화추이를 파악하기 위해서는 일정한 시간 간격을 두고 장기적인 모니터링이 이루어져야한다. 일정한 정점에서 장기적이고 주기적인 조사는 해당 지역의 특성을 파악할 수 있으며 환경 영향으로 생긴 변화를 관찰할 수 있다.

저서동물 군집을 조절하는 요인으로는 퇴적상, 유기물 공급, 저층 용존산소량 등 여러 가지가 있으며, 이 가운데 저서동물의 서식 기질인 퇴적상의 변화에 따라 저서동물 군집은 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 특히 경기만의 저서동물 군집 구조는 퇴적상에 의한 영향이 큰 것으로 알려져 있다(Hong and Yoo, 1996).

본 조사 지역은 해양환경과 육상환경이 조수간만에 의해 변동되는 조간대와 달리 항상 해수 밑에 존재하여 바람, 일광주기 등의 바다 외적인 영향을 받지 않는다. 하지만 조하대는 해수와 공존하는 지역으로 해수의 유동과 이로 인한 부유물질의 변화, 표층 퇴적상의 변화 등의 요인이 저서동물군집에 영향을 줄 수 있다. 조하대에 서식하는 대형저서무척추동물의 대부분이 퇴적물의 표면이나 퇴적물 속에 서식하기 때문에 이들은 입도의 크기에 의해 서식할 수 있는 환경이 크게 달라진다. 즉 퇴적물 입도의 크기에 따라 적응하여 살아갈 수 있는 저서동물이 달라질 뿐만 아니라 퇴적물을 먹이원으로 하는 퇴적물 식성의 저서동물들도 분포에 영향을 받게 된다(신, 2006). 이러한 기질의 변화는 저서동물군집을 구성하는 종의 구성의 변화를 야기 시키며, 이는 저서동물군집 변화와 연결된다(임과 최, 1998).

본 조사가 이루어진 인천연안역 주변은 앞서 말한 여러 인위적인 환경교란이 이루어진 지역으로 이에 대한 환경영향에 대한 연구가 많이 이루어졌다. 우선 저서동물에 대한 조사로 경기만 해역의 저서동물 군집에 대한 연구가 있으며(Hong, 1992; Shin et al., 1989; Shin et al., 1992; Yoo, 1992; 임과 최, 1998), 인천 연안 조간대에서는 저서동물 군집에 대한 연구들(Frey et al., 1987; Koh and Shin, 1988, Park, 1991)이 있었다. 많은 환경영향에 대한 연구가 이루어졌으나 장기적으로 공사가 이루어지는 인공구조물은 해당 지역에 점진적인 변화를 주어 공사가 영향 주는 환경에 대한 장기적인 모니터링을 통한 군집의 변화를 살펴볼 필요가 있다. 이전에 이루어졌던 연구는 이러한 장기적인 모니터링 관점에서의 연구는 미비한 실정이며 장기적인 연구의 필요성이 요구된다.

환경에 지속적으로 자극이 주어지는 환경에 대한 연구는 환경변화에 저서동물군집이

적응해나가는 양상을 살피고 이러한 인위적인 영향에 대처를 파악할 수 있다. 이러한 연구는 현재 많이 미비한 편이며, 인공구조물에 대한 영향에 대한 연구도 많이 부족한 실정이다.

본 연구는 인천대교 건설이 시작된 2005부터 2010년까지(대교 건설은 2009년 11월에 완료) 공사가 진행된 인천연안역 조하대의 저서무척추동물 군집에 대한 조사를 수행함으로써 대규모 건설공사가 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 또한 저서동물군집에 대한 장기적인 모니터링을 수행, 그 결과를 축적함으로써 장기적인 생태계 연구에 대한 기초적인 자료와 이를 평가할 수 있는 기초자료로 활용하기 위해 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 조사지역 및 시기

본 조사에서는 조하대 저서동물 군집에 대한 조사와 더불어 필요에 따라 조하대 퇴적단층에 대한 조사를 실시하였는데, 인천대교 건설공사 주변 해역에 10개의 조사정점을 설정, 조하대 저서동물 군집에 대한 조사를 수행하였고, 조하대 퇴적단층에 대한 조사는 4개 정점(정점 4, 5, 7, 8)에 대하여 조사를 수행하였다(Fig. 1; Table. 1).

조사는 2005년 9월부터 2010년 7월까지 봄, 여름, 가을, 겨울의 각 분기별로 한 해에 4차례에 걸쳐 조사가 이루어져 총 20차의 조사가 이루어졌으며, 공사가 완료된 후인 2010년 1월 19차 겨울 조사와 7월에 20차 여름조사를 실시하였다(Fig. 2).

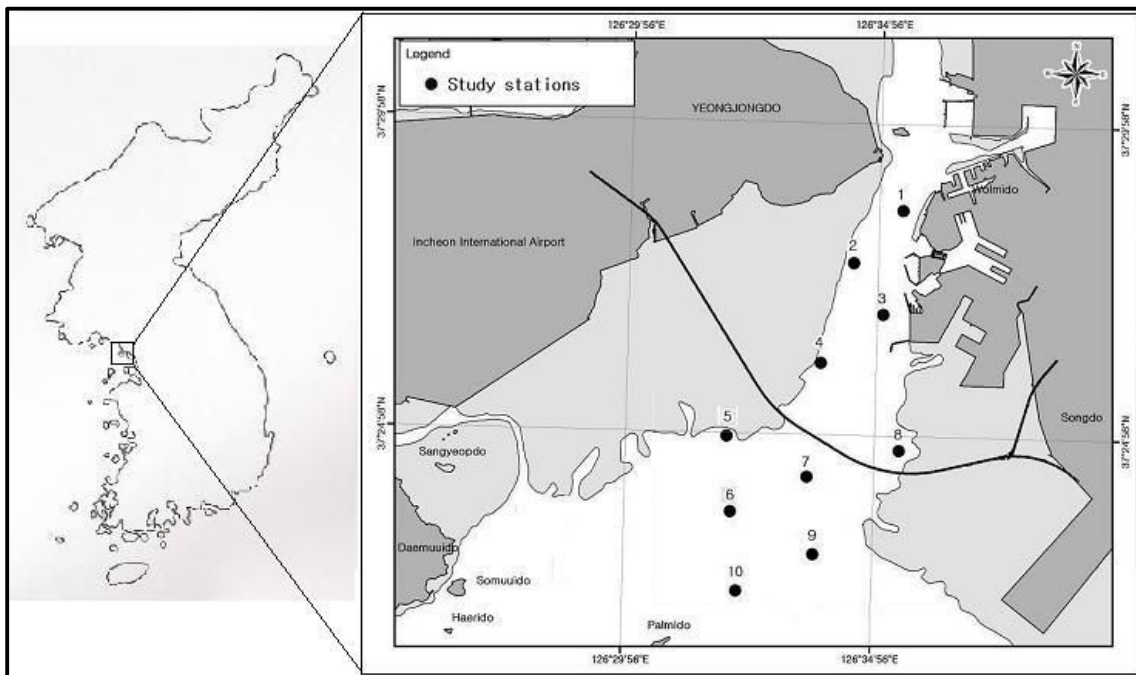


Fig. 1. A map showing the localities of study stations.

Table 1. Coordinations and investigation times of study stations.

Stations	Coordinations	
	Latitude	Longitude
1	37.28377452	126.35255788
2	37.27452020	126.34270831
3	37.26551902	126.35048753
4	37.26066157	126.33497632
5	37.24528147	126.31567913
6	37.23387761	126.32040528
7	37.24201392	126.33367369
8	37.24423746	126.35291104
9	37.22587476	126.33465414
10	37.22209562	126.32134580

Table 2. Surveing times and dates of the present study date.

Time	Date	Time	Date
1	September, 2005	11	January, 2008
2	November, 2005	12	April, 2008
3	January, 2006	13	July, 2008
4	April, 2006	14	October, 2008
5	July, 2006	15	January, 2009
6	October, 2006	16	April, 2009
7	February, 2007	17	July, 2009
8	April, 2007	18	October, 2009
9	July, 2007	19	January, 2010
10	November, 2007	20	July, 2010

2. 현장조사 및 동정, 분류

(1) 조하대 저서동물 군집

조하대 저서동물 군집을 조사하기 위하여 입구면적 0.1㎡인 Van Veen Grab을 이용하여 해저퇴적물을 채취하였고, 이 시료를 선상에서 해수를 이용하여 1.0mm 망목의 표준체(Standard sieve)로 걸러 퇴적물을 제거한 다음 체 위에 남아있는 생물시료만을 채취하였다. 채집된 생물시료는 200-500ml 플라스틱 관병에 넣고 현장에서 10% 중성 포르말린으로 고정하여 라벨을 붙인 후 실험실로 운반하였다(Figs. 2, 3).

실험실로 운반된 표본들을 분류군별로 구분한 후, 7-140배 배율의 해부현미경(Olympus, SZH-ILLD) 하에서 면밀히 관찰하면서 동정하였다. 표본의 동정에는 자포동물의 산호충류의 경우 송(2000)을, 연체동물로서 복족류(gastropods)의 경우 최(1992)를, 이매패류(bivalves) 연체동물은 유(1976)와 권 등(1993)을, 환형동물로서 갯지렁이류(polychaetes)는 백(1989)을, 절지동물의 갑각류로서 등각류는 권(1988)을, 만각류(cirripeds)는 김(1985)을, 단각류(amphipods)는 김(1991)을, 극피동물로서 불가사리류(asteroids)는 신과 노(1996)를, 그 외의 전반적인 무척추동물들에 대하여는 岡田要 등(1981a, b, c)을 주로 참고하였다. 필요에 따라 갑각류와 갯지렁이류는 해부하여 형질들을 관찰하였으며, 갯지렁이류의 동정 시에는 40-100배 배율의 광학현미경 하에서 부속지들이나 촉각들에 대한 형질들을 관찰하였다. 동정된 표본들은 각 분류군별로 동정에 이용한 문헌에 의거 분류를 하였으며, 각 종에 대한 우리말 이름과 최종적인 분류체계는 한국동물분류학회(1997)를 주로 따랐다.

2) 조하대 퇴적단층 조사

조하대 퇴적단층에 대한 조사는 Van Veen Grab을 이용하여 해저퇴적물을 채취, 퇴적물 구조에 훼손이 없도록 조심하여 밀이 넓고 평탄한 철제 용기에 옮긴 후, 퇴적층의 두께와 모습을 기록하고 사진촬영을 하였다(Fig. 4).



Fig 2. Van Veen Grab



Fig 3. Sorting process of subtidal macroinvertebrates.



Fig 4. Profiling of subtidal layer.

3. 통계처리

생물량의 계산은 실험실로 운반하여 동정된 생물들에 대하여 즉시 개체수를 계수하고 습중량을 측정하였으며, 단위면적(0.1m²)당 서식밀도와 생물량으로 환산하였다.

조사정점별 저서동물 군집의 특성과 연도별, 계절적 변화양상을 조사하기 위하여 각 조사정점에서 정량적으로 분석된 자료를 이용, 종풍부도와 균등도를 반영한 다음과 같은 Shannon-Weiner index를 써서 다양도지수를 구하였다(Shannon and Weiner, 1963).

$$H' = \sum P_i \times \ln P_i$$

(P_i = n번째 종의 개체수/전체 개체수)

III. 결 과

1. 조사지역 퇴적환경

조사지역 10개의 정점 중 인천대교 주변 주요지역인 St. 4, 5, 7, 8의 퇴적환경은 변화가 활발함이 관찰되었다.

(1) St. 4 퇴적단층

4차 조사의 퇴적단층은 연체동물 패각과 주로 사질의 퇴적층이 형성된 곳이었다. 이후 7차 조사에서 St. 4의 퇴적단층의 순니질의 퇴적층이 확인되었다. 10차 조사에서는 4차 조사시기와 비슷한 양상의 퇴적층이 형성되었으며, 16차 조사시기에는 7차 조사와 비슷한 형태의 퇴적단층이 관찰되었다. 17차 조사 이후부터는 비슷한 양상을 띠었다.

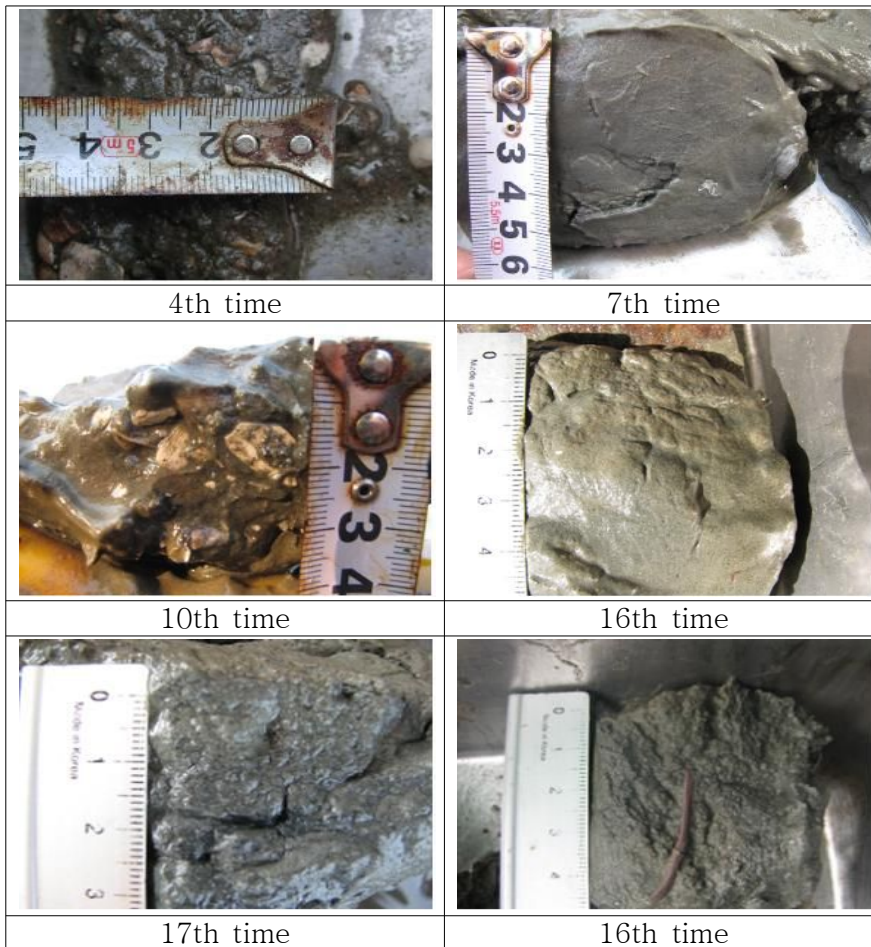


Fig. 5 Change of the subtidal layer profiles at st. 4.

(2) St. 5 퇴적단층

4차 조사에서 St. 5의 퇴적단층은 유기물을 포함하는 고운 니질의 퇴적층을 이루었다. 10차 조사에서 St. 5의 퇴적단층은 입자가 고른 사질이 퇴적층을 이루었으며, 12차 조사의 St. 5의 퇴적단층은 연체동물의 패각과 유기물을 포함하는 퇴적단층이 관찰되었다. 14차 조사에서의 정점 5는 입자가 고른 사질의 퇴적층이 형성되어있었다. 17차 조사의 St. 5 퇴적단층은 이전 조사와 달리 퇴적물이 적은 형태의 퇴적층을 이루었다. 18차 조사부터는 이전 조사와 큰 차이 없는 퇴적층이 형성되었다.

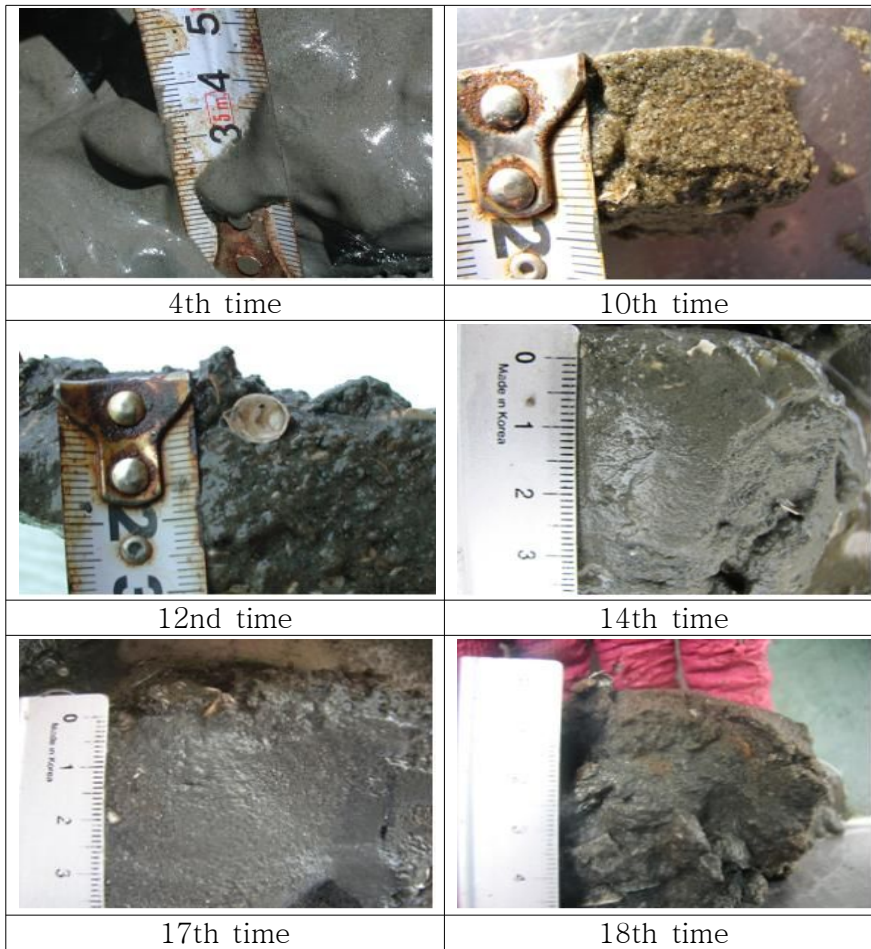


Fig. 6 Change of the subtidal layer profiles at st. 5.

(3) St. 7 퇴적단층

4차 조사의 St. 7의 퇴적단층은 유기물을 포함한 고운 사질의 퇴적층을 이루었다. 하지만 9차 조사에서는 연체동물의 패각등을 포함하는 퇴적물들이 다량 퇴적되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 13차 조사에서는 4차 조사와 비슷한 양상의 퇴적물이 관찰되었으며 16차 조사에서는 유기물을 포함하는 퇴적층 위로 고운 사질의 퇴적층이 형성되어 있었다. 이후 17차 조사 이후부터는 비슷한 양상의 순니질 퇴적층이 관찰되었다.

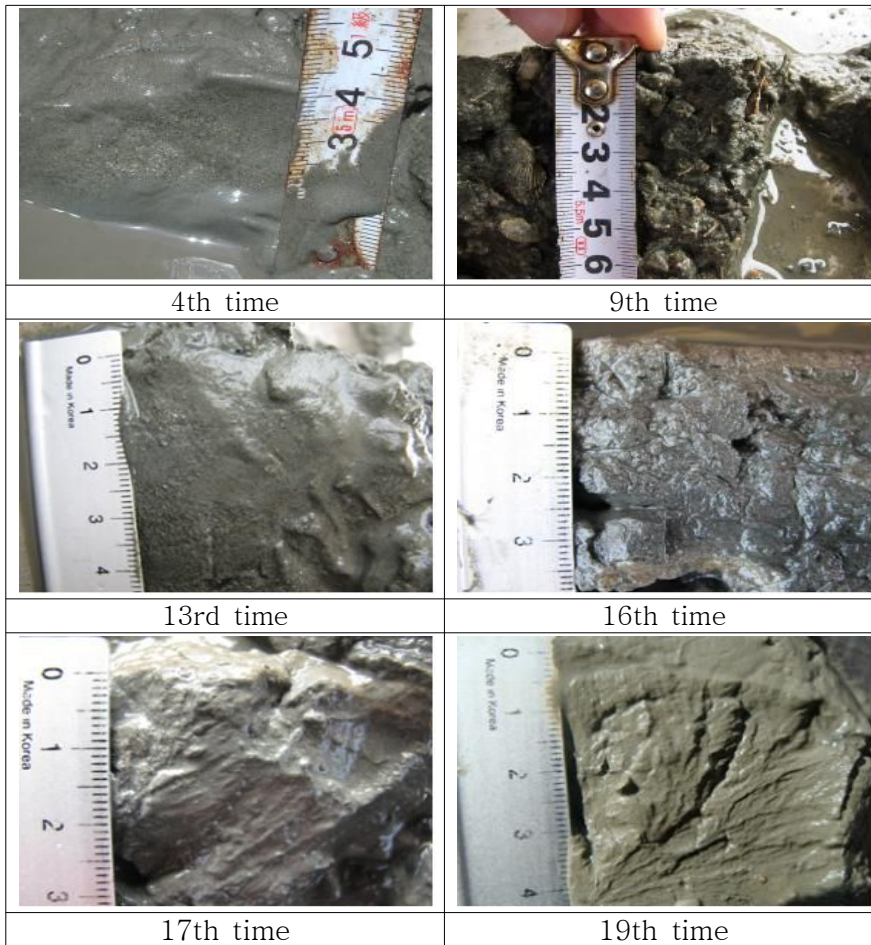


Fig. 7 Change of the subtidal layer profiles at st. 7.

(4) St. 8 퇴적단층

4차 조사의 St. 8 퇴적 단층은 순니질의 퇴적층이 확인되었다. 10차 조사의 퇴적층은 소량의 사질이 포함되어 있는 니질의 퇴적층이었으며 12차 조사의 St.8의 퇴적단층은 순니질의 퇴적층이 관찰 되었으며 이 후 조사에서도 이러한 퇴적층의 변화양상이 반복되는 현상이 관찰되었다. 또한 17차 조사 이후의 퇴적층은 사질이 포함되어있는 니질의 퇴적층이 관찰되었다.

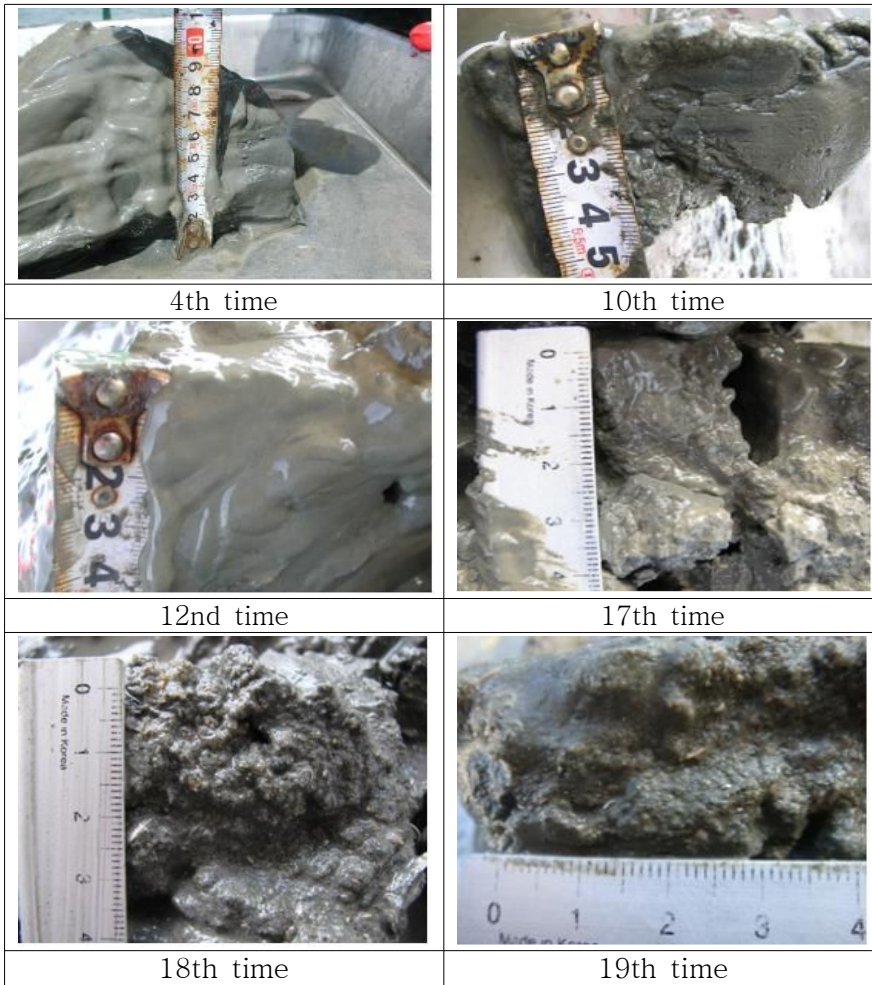


Fig. 8 Change of the subtidal layer profiles at st. 8.

2. 출현종 현황

(1) 전체 출현종의 분류군별 구성

1차부터 20차까지 총 20회의 조사에서 채집된 표본들을 동정한 결과 총 267종의 저서동물이 확인 되었다(Appendix 1). 총 267종의 출현종들의 분류군별 구성을 조사한 결과 환형동물이 93종(34.8%)으로 가장 많았고, 이어서 단각류와 십각류를 포함하는 갑각류 절지동물이 78종(29.21%), 이매패류와 복족류를 포함하는 연체동물이 73종(27.34%), 불가사리류와 해삼류를 포함하는 극피동물이 15종(5.62%), 바다조름류와 말미잘류를 포함하는 자포동물이 3종(1.12%). 끈벌레류 유형동물이 3종(1.12%), 완족동물 1종(0.38%), 모약동물 1종(0.38%)의 순으로 나타났다(Fig. 9; Table 3). 이 가운데 자포동물의 말미잘류와 바다조름류, 유형동물의 끈벌레류, 연체동물의 이매패류와 복족류, 환형동물의 갯지렁이류, 절지동물, 모약동물의 화살벌레류, 극피동물의 불가사리류에 속하는 종의 일부의 종들은 종 준위까지 동정이 되지 않았다.

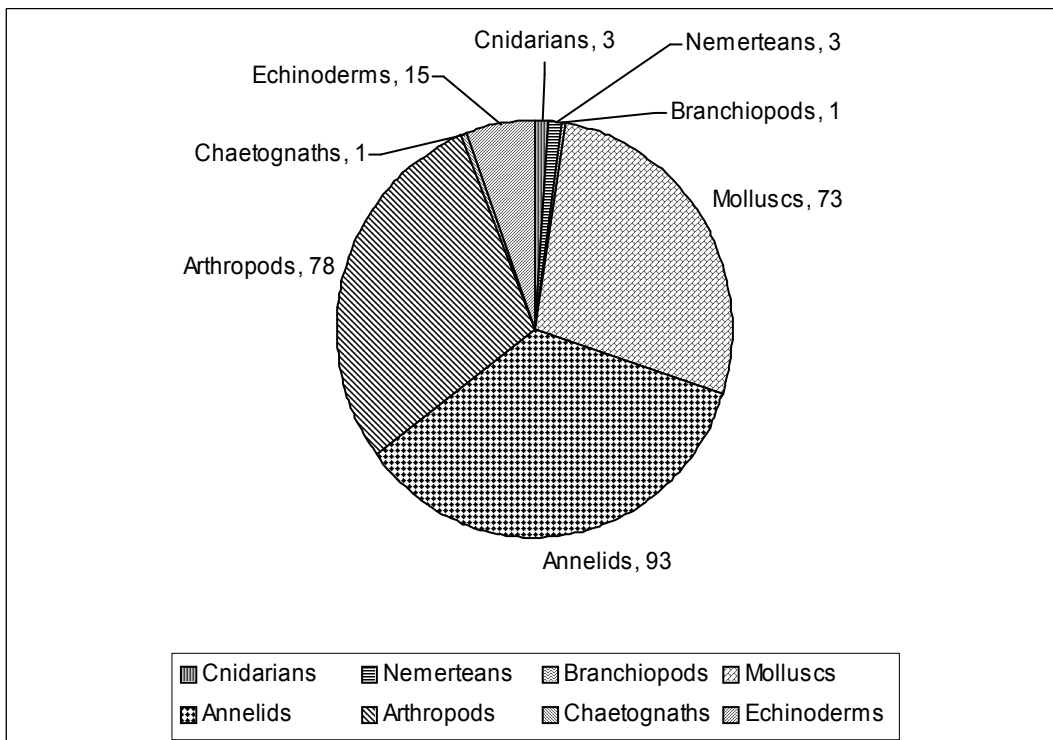


Fig. 9. Composition of the subtidal invertebrate taxa.

Table 3. Composition and species abundances according to invertebrate taxa.

Taxa	Species abundance	Percentage(%)
Cnidarians	1C 1O 3F 3S	1.12
Nemerteans	1C 1O 1F 3S	1.12
Branchiopods	1C 1O 1F 1S	0.38
Molluscs	2C 12O 35F 73S	27.34
Annelids	1C 14O 35F 93S	34.83
Arthropods	2C 3O 36F 78S	29.21
Chaetognaths	1C 1O 1F 1S	0.38
Echinoderms	3C 5O 7F 15S	5.62
Total	12C 38O 119F 267S	100

Abbreviations: C, Class; O, Order; F, Family; S, Species.

(2) 전체 출현종수

각 정점에서 출현하는 종은 2종에서 23종까지 나타나며 정점 4에서 8까지 대체적으로 다른 정점에 비해 높은 수치를 나타내었다. 가장 많은 종이 출현한 정점은 정점 7로 평균적으로 11.10종씩이 조사마다 출현하였으며 정점 8에서도 이와 비슷한 11종이 평균적으로 출현하였다. 조사 시기별로는 16차 조사에서 평균적으로 12.80종이 출현하여 가장 높은 수치를 나타내었으며, 2차 조사와 10차 조사가 12.60종이 출현하였다. 가장 적은 종이 출현한 시기는 6차 조사에서 7.30종이 출현하여 낮은 수치를 나타내었다(Table 4). 같은 정점이라도 각 조사 시기에 따라 변화가 심한 것으로 보였으며, 같은 조사 시기의 각 정점에서도 출현종수의 변화가 심한 것으로 보였다.

Table 4. Number of species occurred from each study stations.

Station Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mean
1	20	8	10	8	3	23	9	4	8	12	10.50
2	14	7	7	12	23	16	14	8	8	17	12.60
3	9	2	10	6	11	8	7	8	7	9	7.70
4	8	10	3	12	10	5	7	14	10	8	8.70
5	17	3	9	8	7	4	10	5	3	15	8.10
6	8	8	5	7	12	8	10	5	6	4	7.30
7	11	3	11	14	7	4	8	14	4	2	7.80
8	10	4	8	15	9	3	7	16	5	4	8.10
9	11	13	4	6	16	12	19	13	15	3	11.20
10	3	18	5	15	8	19	18	17	13	10	12.60
11	11	6	10	7	2	8	9	10	10	8	8.10
12	5	10	7	13	6	6	6	12	5	7	7.70
13	3	6	10	8	9	19	12	13	14	11	10.50
14	6	7	4	6	6	6	6	17	13	4	7.50
15	3	13	7	6	11	11	13	6	8	11	8.90
16	4	20	15	15	9	20	20	11	7	7	12.80
17	4	2	16	17	16	3	11	12	5	5	9.10
18	6	5	8	12	12	14	12	16	15	8	10.80
19	9	12	11	10	7	4	15	8	10	7	9.30
20	4	7	13	11	9	7	9	11	8	6	8.50
Mean	8.30	8.20	8.65	10.40	9.65	10.00	11.10	11.00	8.70	7.90	

(3) 전체 생물량

1차에서 20차 조사까지의 기간 중 각 정점별로 생물량(개체/0.1m²)은 다음과 같다. 생물량은 조사 정점과 시기에 따라 다양한 수치가 나타났다. 가장 높은 생물량은 1차 조사의 정점 9에서 1464(개체/0.1m²)로 가장 높게 나타났으며 가장 낮은 생물량은 17차 조사의 정점 2와 11차 조사의 정점 5에서 4(개체/0.1m²)로 가장 낮은 생물량이 나타났다. 전체적으로 봤을 때 특정한 규칙성을 찾기는 어려웠으며, 각 정점에 따라 조사 시기별로 변화가 심함이 관찰되었다.

Table 5. Biomass(ind./0.1m²) distribution of the invertebrate community at each study stations. (ind./0.1m²)

Station Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	182	100	194	16	8	152	36	10	1464	66
2	25	7	42	19	204	68	46	18	90	92
3	24	6	52	12	48	32	18	26	33	42
4	44	26	6	43	18	24	16	228	28	36
5	228	6	20	24	73	8	26	20	8	127
6	168	82	14	42	68	24	440	50	20	12
7	104	10	36	50	16	8	26	58	10	4
8	56	70	18	102	56	6	22	74	20	8
9	38	82	12	32	118	92	302	78	112	6
10	6	96	12	62	22	128	82	160	140	78
11	62	20	42	30	4	86	36	48	30	56
12	26	30	34	82	68	26	22	46	14	20
13	10	16	42	16	20	84	118	104	166	52
14	28	58	26	60	28	22	18	76	104	8
15	6	56	238	26	76	56	60	12	88	64
16	6	31	26	36	19	104	42	24	14	11
17	46	4	118	82	54	8	42	96	18	26
18	18	20	34	48	54	70	64	79	86	22
19	28	84	82	36	64	16	80	50	50	40
20	32	62	84	72	68	48	64	86	42	38

3. 연도별 저서동물군집 변화

2005년(1차, 2차 조사)과 2010년(19차, 20차 조사)에는 2번의 조사만 이루어져 각각 4번씩 조사가 이루어진 2006년부터 2009년의 자료를 이용하여 비교하였다. 2006년도에 이루어진 조사(3차~6차), 2007년(7차~10차), 2008년(11차~14차), 2009년(15차~18차)으로 나누어 비교하였다.

(1) 평균 출현종수

2006년에 7.95의 평균 출현종 수치를 보였고 2007년에는 9.925 평균 출현종, 2008년에는 8.45 평균 출현종, 2009년에는 10.4의 평균 출현종 수치를 나타내었다. 대교 건설 공사 초기였던 2006년에 가장 적은 종이 출현 하였으며, 2009년 7월 대교 완공 이후에 평균적으로 가장 많은 종이 출현한 것으로 나타났다(Fig. 10).

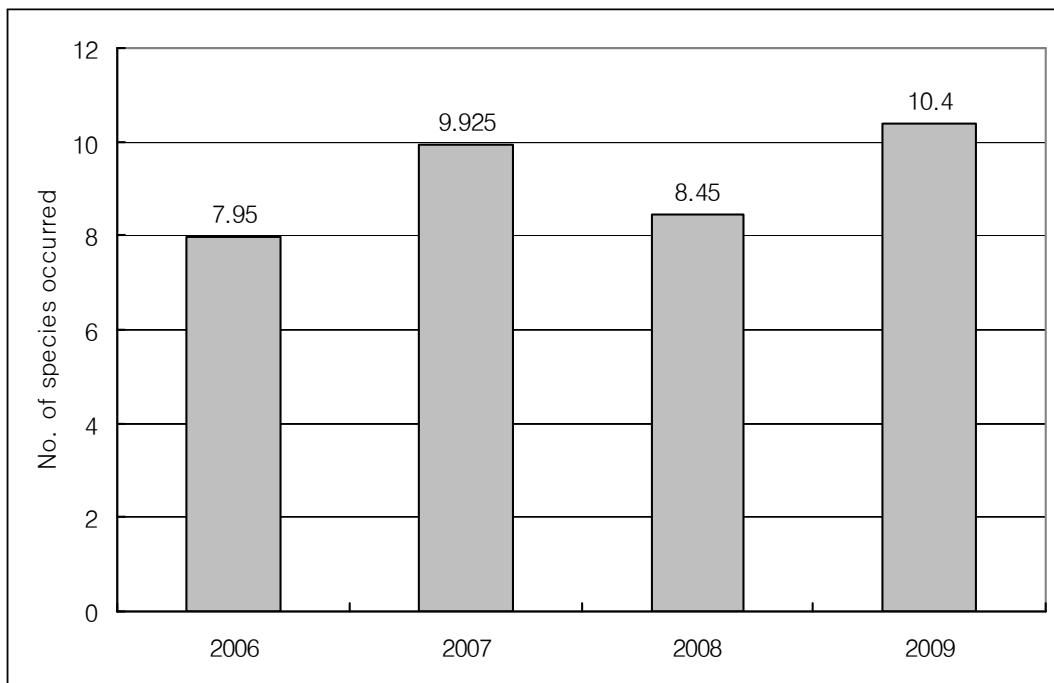


Fig. 10. Changes of the mean number of the species occurred.

(2) 평균 생물량

연도별로 인천대교 주변 조하대에서 출현한 종들의 생물량은 평균 출현종과는 다른 결과가 나타났다. 2006년에는 55.55(개체/0.1m²), 2007년 60.3(개체/0.1m²), 2008년 (개체/0.1m²), 2009년 49.6(개체/0.1m²)의 평균 생물량 수치를 나타내었다. 2008년에 가장 낮은 생물량이 관찰되었고 2007년에 가장 높은 생물량이 나타났다(Fig. 11). 2006년과 2007년이 2008년, 2009년보다 많은 생물량이 나타났다.

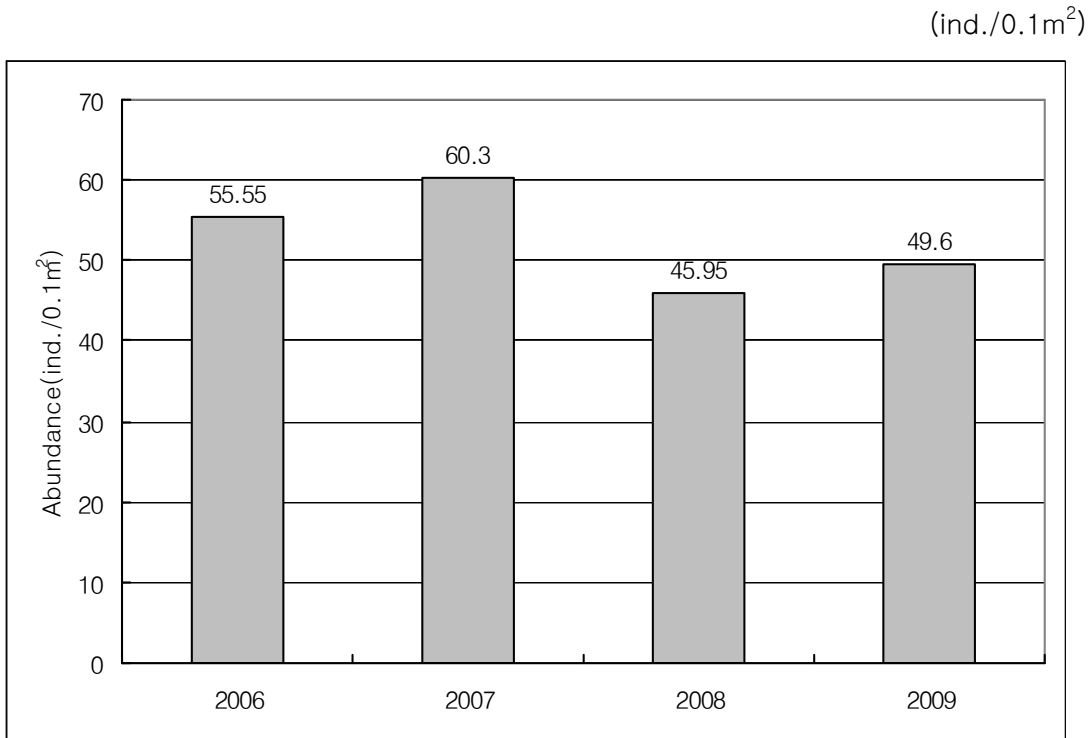


Fig. 11. Change of the biomass(ind./0.1m²) of invertebrate community.

(3) 정점별 출현종수 변화

인천대교 건설공사 초기였던 2006년 조사의 경우 전체적으로 다른 년도에 비해 출현종수가 적은 것으로 나타났다. 공사가 거의 끝나갈 무렵인 2009년의 출현종은 대다수의 정점에서 다른 년도에 비해 많은 종이 출현하는 경향을 보였다. 2007년 정점 8에서 15종으로 가장 많은 종이 출현하였고 2008년 정점 1에서 4.24종으로 가장 적은 종이 출현하였다. 2006년에는 정점 2에서 5.75종으로 가장 적은 종이 나타났으며, 정점 1에서 10.5종으로 가장 많은 종이 나타났다. 2007년 평균 출현종수가 정점 10에서 4.75종으로 가장 적은 종이 나타났고 정점 8에서 15종으로 가장 많은 종이 출현하였다. 2007년의 정점별 그래프 굴곡 변동이 다른 년도에 비해 가장 심하였다. 2008년에는 정점 5에서 5.75종이 출현하여 가장 적은 종이 출현하였고 정점 8에서 13종으로 가장 많은 종이 평균적으로 출현하였다. 공사가 완료된 2009년은 정점 1에서 4.25종이 출현하여 다른 정점에 비해 적은 종이 출현하였고 정점 2에서 정점 8까지는 7.75종에서 10종까지 나타나며 비교적 완만한 그래프가 나타났다(Fig. 12).

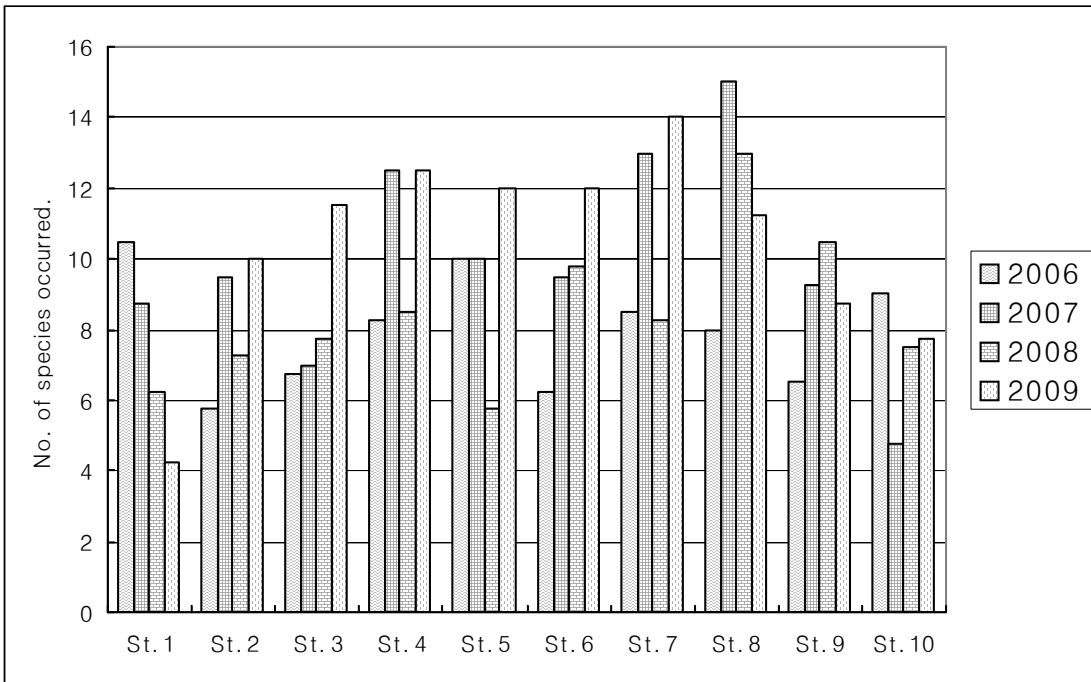


Fig. 12. Changes of the mean number of the species occurred at each study stations.

(4) 정점별 생물량 변화

정점별 생물량은 공사가 완료되는 시점(17차 조사 이후)인 2009년은 정점 전체적으로 생물량이 안정되어지는 경향을 보였다. 2006년과 2007년의 정점 7은 생물량이 2006년 125(개체/0.1m²), 2007년 108(개체/0.1m²)으로 조사되었으나 2008년과 2009년에는 각각 48.5(개체/0.1m²), 52(개체/0.1m²)으로 생물량이 많이 줄어들었다. 2009년 정점 3은 생물량 104(개체/0.1m²)으로 다른 년도에 비해 생물량이 급격히 증가하였다. 공사 초기인 2006년의 3~6의 정점에서 낮은 생물량 수치를 보였다. 또한 2006년에 각 정점별 생물량의 차이변화가 정점 1에서 116(개체/0.1m²)였다가 정점 2에서 30(개체/0.1m²)으로 급격히 감소하고 정점 6에서 22(개체/0.1m²)였다가 정점 7에서 125(개체/0.1m²)으로 변하는 등 정점별 생물량의 변동이 가장 심하였다. 2007년도 정점 2는 64.5(개체/0.1m²), 정점 3은 19.5(개체/0.1m²), 정점 4에서 61.5(개체/0.1m²)로 2006년 보다는 변화량이 적었지만 정점별 생물량의 차이 변화가 심하였다. 2009년 정점별 생물량은 내륙의 공장지대와 인접한 정점 3에서 104(개체/0.1m²)가 나타났던 것을 제외하고는 19(개체/0.1m²)에서 59.5(개체/0.1m²)의 생물량을 보였으며, 각 정점별로 큰 차이를 보이지 않고 안정된 그래프 선을 보였다(Fig. 13).

(ind./0.1m²)

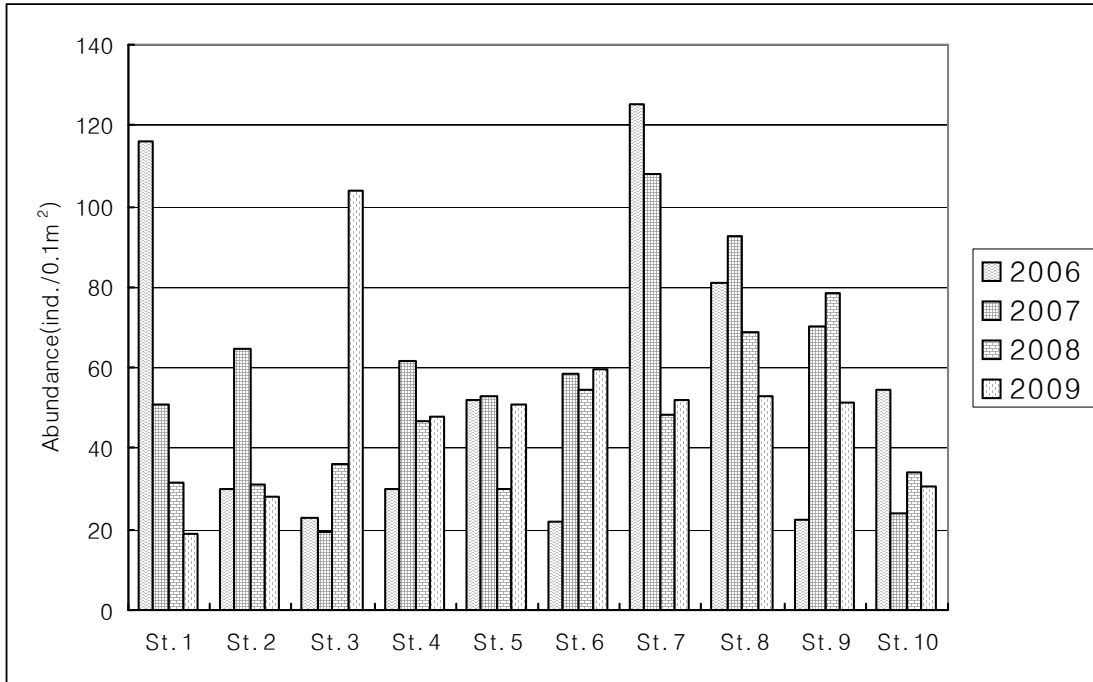


Fig. 13. Change of the biomass(ind./0.1m²) of invertebrate community at each study stations.

4. 계절별 저서동물군집 변화

봄, 여름, 가을, 겨울의 조사가 한 해에 한번씩 이루어진 2006년, 2007년, 2008년, 2009년도의 자료를 이용하여 비교하였다. 각각의 계절에 해당하는 조사는 겨울은 3차, 7차, 11차, 15차 조사이며, 봄철 조사는 4차, 8차, 12차, 16차 조사, 여름철 조사 5차, 9차, 13차, 17차 조사, 가을철 조사 6차, 10차, 14차, 18차 조사를 각각 비교, 분석하였다.

(1) 평균 출현종

조사지역에서 각 정점별로 나온 출현종수를 계절별로 나누어 보았을 때 겨울의 평균 출현종의 수가 가장 적고 봄, 여름, 가을은 거의 비슷하지만 여름에 출현종의 수가 가장 많았다. 겨울철은 8.125종이 평균적으로 출현하였고 봄 9.325종, 여름 9.725종, 가을에 9.55종이 출현하였다. 겨울철에 가장 적은 종이 출현하였고, 여름철에 가장

출현종수가 가장 높은 수치를 보였으며 그래프 상에서 계절에 따른 출현종수의 변동이 확연히 드러났다(Fig. 14).

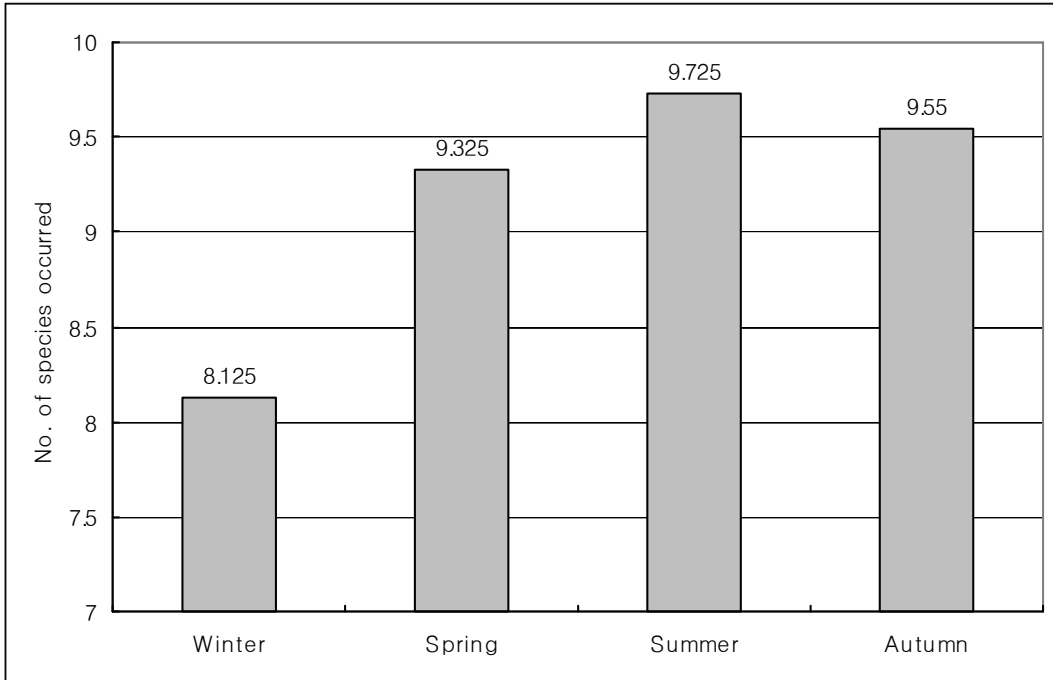


Fig. 14. Seasonal changes of the mean number of the species occurred.

(2) 평균 생물량(ind./0.1m²)

조사지역 10개의 정점에서 계절별 평균 생물량을 구한 결과 겨울과 봄에 비해 여름과 가을에 생물량이 더 풍부한 것이 관찰되었다. 겨울철 평균 생물량은 42.78(개체/0.1m²)이었고, 봄철 평균 생물량 39.55(개체/0.1m²), 여름철 평균 생물량 63.35(개체/0.1m²), 가을철 평균 생물량 65.73(개체/0.1m²)으로 관찰되었다(Fig. 15).

(ind./0.1m²)

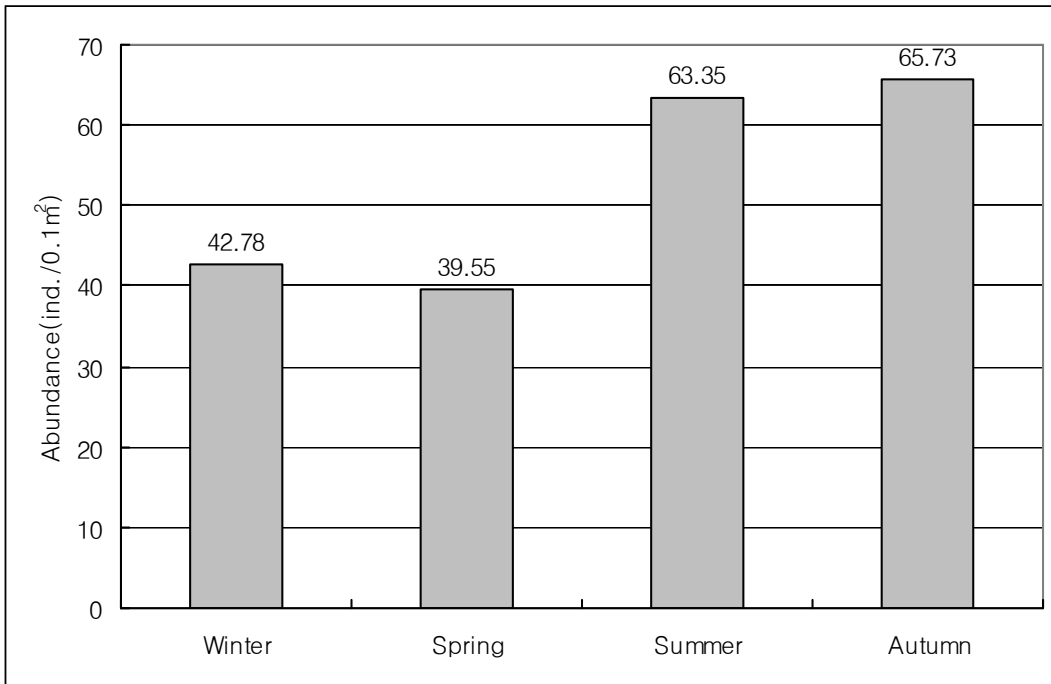


Fig. 15. Seasonal changes of the biomass(ind./0.1m²) of invertebrate community.

(3) 정점별 출현종수 변화

계절에 따른 정점별 출현종수의 변화를 살펴보았을 때 겨울철에는 정점 2에서 6종이 출현하였고 정점 8에서 9.5종이 출현하였으며, 대부분의 정점에서 큰 변동없이 완만한 굴곡의 그래프를 그렸다. 봄철에는 정점 10에서 6.5종이 출현하여 가장 적은 종이 출현하였고, 정점 4에서 13.75종으로 가장 많은 종이 출현하였다. 또한 정점 8에서 13.25종이 출현하였다가 정점 9에서 6.75종으로 출현종이 줄어들어 가장 많은 차이를 보였고 정점 4에서 13.75종이 나타났다가 정점 5에서 8.5종으로 줄어드는 등 출현종의 변동이 다른 계절에 비해 크게 나타났다. 여름철에는 정점 2에서 6종이 출현하여 가장 적었고, 정점 7에서 13종이 출현하여 가장 많은 종이 출현하였다. 각 정점별로 출현하는 종수의 차이는 크지 않았다. 가을철에는 내륙의 공장지대와 인접한 정점 1과 3에서 각각 5.75종, 5.5종이 출현한 것을 제외하고는 9.5종에서 13.75종으로 정점별로 큰 차이 없이 종들이 출현하였다.

정점 1, 2, 3과 10은 계절에 따른 특징적인 변화 차이를 볼 수 없었으나, 정점 4부터 9까지의 그래프를 보면 여름과 가을에 더 많은 종이 나타남을 확인 할 수 있었다. 평균적으로 가장 많이 출현한 정점은 정점 4의 봄에 13.75종이 평균적으로 출현하여 가장 많은 종이 출현 하였고 정점 3의 가을에 5.5종이 평균적으로 출현하여 가장 적은 종이 출현하였다. 겨울에는 각 정점별로 큰 차이를 보이지 않고 비슷한 수치의 평균 출현종이 나타났다(Fig. 16).

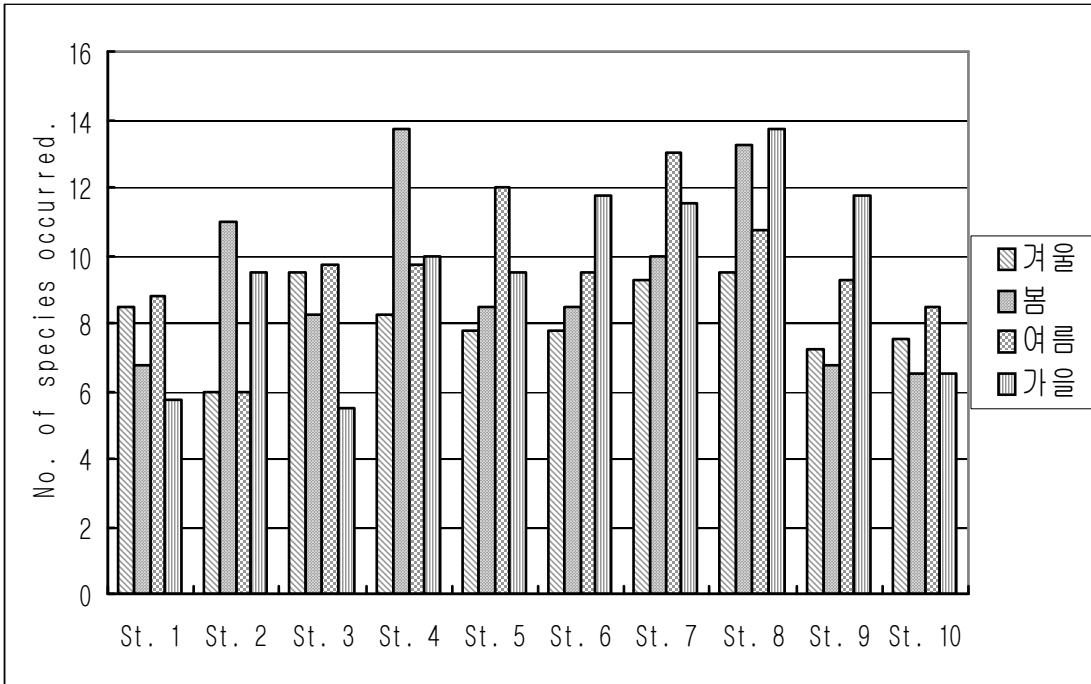


Fig. 16. Seasonal changes of the mean number of the species occurred at each study station.

(4) 정점별 생물량 변화

계절에 따른 정점별 생물량 변화를 살펴보면 겨울철에는 내륙 공장지대와 인접한 정점 3에서 92(개체/0.1m²)로 가장 높은 수치가 나타난 것을 제외하면 정점 2에서 23(개체/0.1m²)로 가장 낮은 생물량, 정점 1에서 49(개체/0.1m²)로 가장 높은 생물량이 나타나 정점별로 변동이 크게 나타나지 않았다. 봄에는 정점 10에서 18.75(개체/0.1m²)로 가장 낮은 생물량 수치를 보였으며 정점 8에서 93(개체/0.1m²)으로 가장 높은 수치를 보였으며 정점 8의 93(개체/0.1m²)에서 정점9의 19(개체/0.1m²)로 생물량이 갑자기 줄어들었고 각 정점별로의 변동이 굴곡있게 나타났다. 여름철에는 정점 2에서 27(개체/0.1m²)으로 가장 낮은 생물량을 나타냈고 정점 7에서 122(개체/0.1m²)으로 가장 높은 생물량을 나타내었다. 각 정점별로 나타나는 생물량의 변동이 정점 1의 80.5(개체/0.1m²)에서 정점2의 27(개체/0.1m²), 정점 6의 48(개체/0.1m²)에서 정점 7의 122(개체/0.1m²)로 갑자기 늘어나 생물량의 변화가 많이 변동하였다. 가을철 정점별 생물량은 정점 3에서 21.5(개체/0.1m²)로 가장 낮은 수치를 보였으며,

정점 7에서 151(개체/0.1m²)으로 가장 높은 생물량이 나타났으며 정점 7에서 10으로 이동해가면서 151(개체/0.1m²)였던 생물량이 30(개체/0.1m²)으로 줄어들어 그 변동폭이 다른 계절에 비해 가장 크게 나타났다.

정점 3은 다른 계절에 비해 겨울철에 생물량이 92.1(개체/0.1m²)으로 더 풍부한 것으로 나타났다. 정점 7은 여름철 생물량이 122(개체/0.1m²), 가을철 생물량이 151(개체/0.1m²)으로 봄철 생물량 25.5(개체/0.1m²), 겨울철 생물량 35(개체/0.1m²)으로 여름과 가을에 더 많은 것으로 나타났다. 각 정점별로는 정점 7에서 여름과 가을에 각각 122(개체/0.1m²), 151(개체/0.1m²)로 가장 많은 생물량이 나타났다. 정점 3은 겨울철에는 92(개체/0.1m²)으로 다른 정점에 비해 가장 많은 생물량이 나타났지만 다른 계절에는 가장 적은 생물량이 나오는 정점이었다.

(ind./0.1m²)

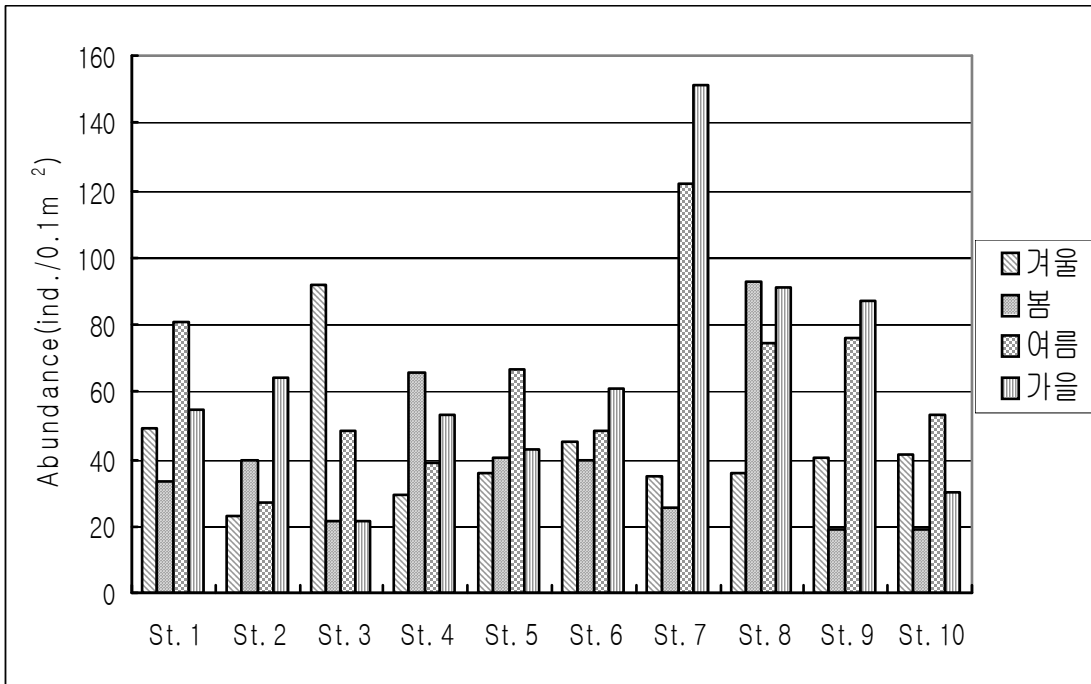


Fig. 17. Seasonal changes of the biomass(ind./0.1m²) of invertebrate community at each study station.

5. 다양도 지수

조사 시기에 따른 각 정점에서 나온 종의 개체수와 출현종의 수를 토대로 다음과 같이 다양도 지수를 구하였다. 다양도 지수(H')는 정점4에서 2.48의 가장 높은 수치를 보였고 정점 10에서 2.00으로 가장 작은 수치를 보였다. 대체적으로 정점 4, 5, 7, 8에서 다른 정점들보다 높은 다양도 지수를 보였다. 1차 조사 정점 9에서는 다양도 지수가 0.11로 가장 낮은 수치를 보였으며, 16차 조사의 정점 6에서 3.32로 가장 높은 다양도 지수를 보였다. 각 정점별로 다양도 지수의 변화는 변화가 심하였으며, 같은 정점에서 조사 시기에 따라 다양한 수치를 보였다.

Table 6. Diversity indices (H') of the invertebrate communities at each study stations.

Station Time	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	Mean
1	1.91	0.93	0.44	2.1	1.04	2.42	2.14	1.33	0.11	2.01	1.34
2	2.24	1.95	1.11	2.23	1.63	2.51	2.51	1.64	1.08	2.67	2.72
3	1.93	0.95	2.34	1.56	2.45	1.42	1.62	1.71	1.2	1.35	1.65
4	1.53	1.98	1.11	2.53	2.45	1.93	1.68	1.21	2.04	1.67	1.81
5	2.18	1.11	1.89	2.53	2.22	1.23	1.98	1.89	1.31	1.08	1.74
6	1.12	1.58	2.34	2.21	2.48	2.31	1.24	1.21	2.44	1.98	1.89
7	2.48	1.01	2.69	2.83	2.42	1.39	2.21	2.89	1.31	0.7	1.99
8	2.68	2.37	2.69	2.76	2.53	1.01	2.08	1.89	1.88	1.23	2.11
9	2.48	2.93	1.79	2.33	2.97	2.89	2.87	2.84	2.79	1.19	2.51
10	1.19	2.92	2.28	2.54	2.49	2.99	2.91	2.81	2.77	2.69	2.56
11	2.38	2.19	2.42	2.52	2.42	1.08	2.61	2.68	1.51	2.66	2.25
12	2.38	2.78	2.54	2.89	2.34	2.13	2.28	2.73	2.09	2.11	2.43
13	1.68	2.12	2.46	2.24	2.52	2.92	2.84	2.96	2.93	2.64	2.53
14	2.38	2.72	1.96	2.41	2.26	2.24	2.42	2.89	2.93	1.69	2.39
15	1.59	2.87	2.62	2.33	2.88	2.91	2.96	2.03	2.45	2.71	2.54
16	1.98	2.98	3.12	3.19	2.78	3.32	3.28	2.88	2.54	2.43	2.85
17	2.16	1.53	3.18	2.94	2.91	1.81	2.53	2.93	2.31	2.28	2.46
18	2.42	2.12	2.58	2.71	2.83	2.91	2.98	2.93	2.97	2.42	2.69
19	1.89	2.24	2.64	2.38	2.12	1.74	2.36	2.53	2.65	2.41	2.3
20	1.83	2.31	2.68	2.43	2.38	2.03	2.41	2.63	2.12	2.02	2.28
Mean	2.02	2.08	2.24	2.48	2.41	2.16	2.40	2.33	2.07	2.00	

(1) 연도별 다양도 지수 변화

계절별 다양도 지수와 달리 연도별 다양도 지수는 연도별로 비교하였을 때 차이를 보였다. 대교 건설 공사가 진행 중이던 2006년 2007년, 2008년의 다양도 지수보다 대교 건설 공사가 마무리 되는 시점인 2009년의 다양도 지수가 높다. 2006년의 다양도 지수(H')의 수치는 1.405~2.400까지의 수치를 보였으며, 2007년 1.453~2.615, 2008년 2.093~2.815 이었으며, 2008년의 다양도 지수(H')는 2.038~2.938로 나타났다. 2006년의 평균 다양도 지수는 1.77로 가장 낮은 수치를 보였고, 2009년에 2.63으로 가장 높은 수치를 보였다. 2006년의 다양도 지수가 다른 년도에 비해 많이 낮게 나타났으며, 2007년과 2008년은 대부분의 정점에서 비슷한 수치를 나타냈다.

Table 7. Change of diversity indices (H') of the invertebrate communities at each study stations.

Station Time	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
2006	1.69	1.405	1.92	2.208	2.4	1.723	1.63	1.505	1.748	1.52
2007	2.208	2.308	2.363	2.615	2.603	2.07	2.518	2.608	2.188	1.453
2008	2.205	2.453	2.345	2.515	2.385	2.093	2.538	2.815	2.365	2.275
2009	2.038	2.375	2.875	2.793	2.85	2.738	2.938	2.693	2.568	2.46

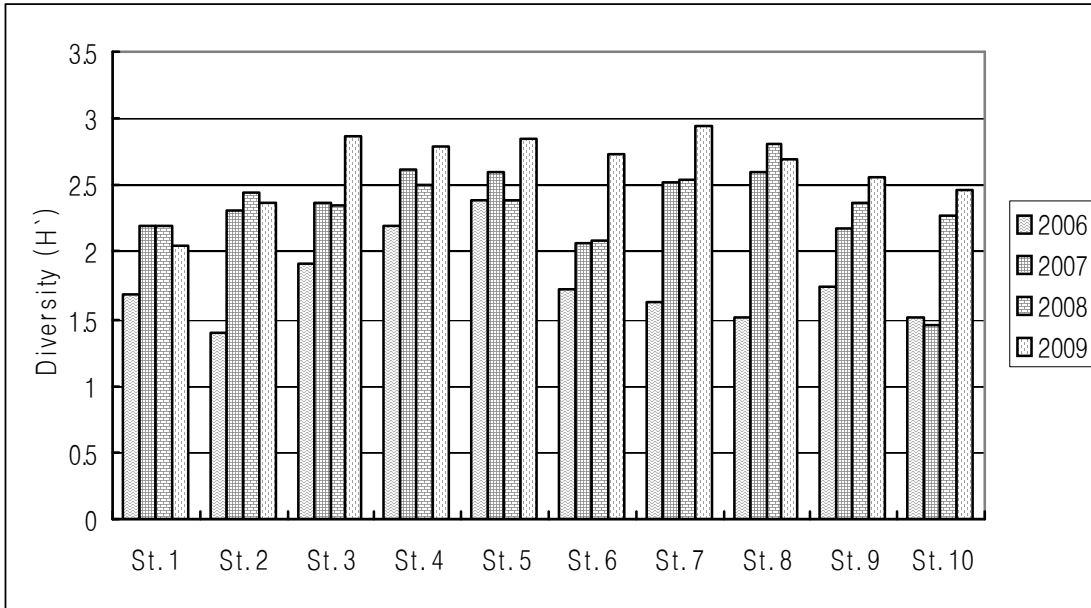


Fig. 18. Change of diversity indices (H') of the invertebrate communities at each study stations.

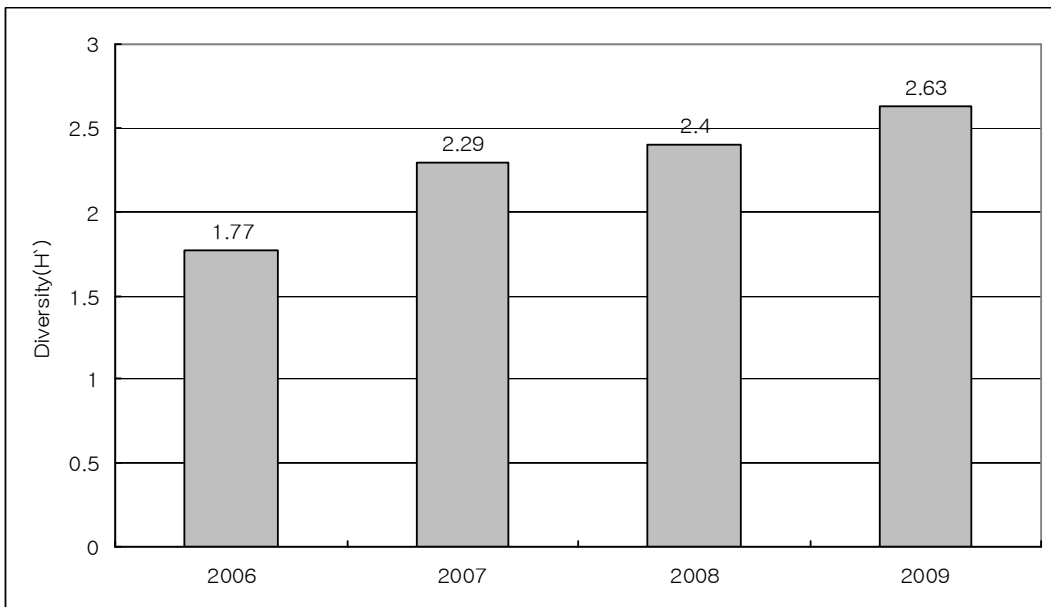


Fig. 19. Change of the mean diversity index (H') of invertebrate community.

(2) 계절에 따른 정점별 다양도 지수

계절에 따라 각 정점의 다양도 지수의 변화를 살펴보면 계절에 따라 다양도 지수의 변화는 크지 않고 대부분이 비슷한 수치를 나타내는 것을 알 수 있다. 계절 별로 큰 차이는 보이지 않으나 겨울 조사에서 2.11로 가장 적은 수치를 나타내었고 가을에 2.38로 가장 높은 다양도 지수를 보였다. 정점별로는 정점 9의 겨울 조사에서 평균적으로 1.618의 다양도 지수를 보여 가장 적은 다양도 지수를 나타내었고 정점 9의 가을 조사에서 2.778의 가장 높은 다양도 지수를 나타내었다(Table 8; Fig. 20). 겨울 조사의 경우 정점 3과 5에서 다른 계절과 비교하였을 때 높은 다양도 지수가 나왔다.

정점 1, 3, 5는 계절별 다양도 지수의 차이가 적고 비슷한 다양도를 나타내었다. 정점 2와 4에서는 다른 계절에 비해서 봄에 높은 다양도 지수가 나타났다. 정점 6과 정점 9에서는 겨울과 가을의 다양도 지수 차이가 크게 나타났다.

Table 8. Seasonal change diversity indices (H') of the invertebrate communities at each study stations.

Station Time	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
겨울	2.095	1.755	2.518	2.31	2.543	1.7	2.35	2.328	1.618	1.855
봄	2.143	2.528	2.365	2.843	2.525	2.098	2.33	2.178	2.138	1.86
여름	2.125	1.923	2.33	2.51	2.655	2.213	2.555	2.655	2.335	1.798
가을	1.778	2.335	2.29	2.468	2.515	2.613	2.388	2.46	2.778	2.195

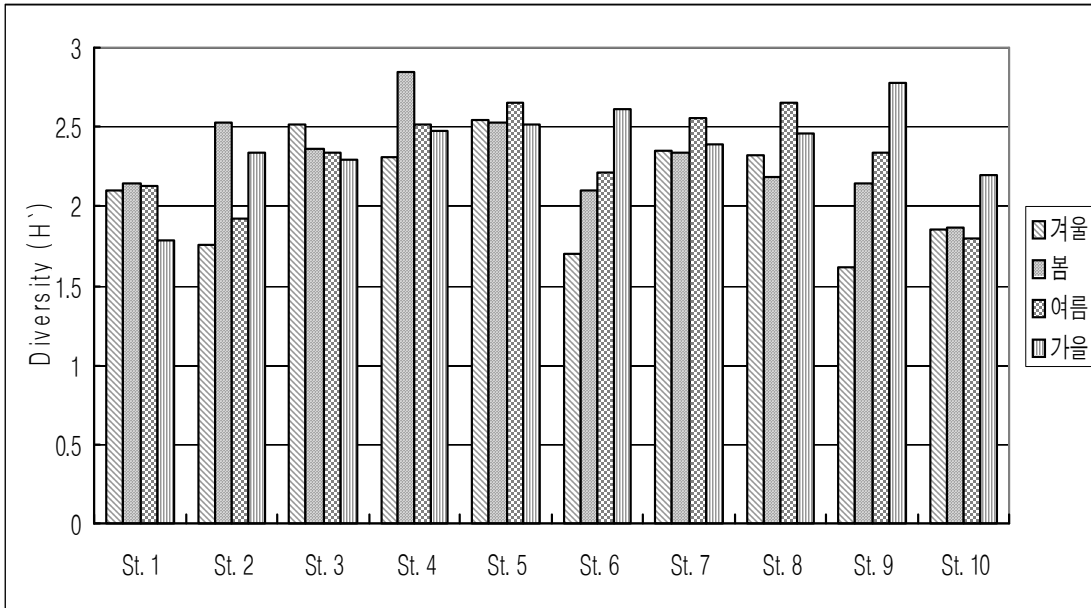


Fig. 20. Seasonal change diversity indices (H') of the invertebrate communities at each study stations.

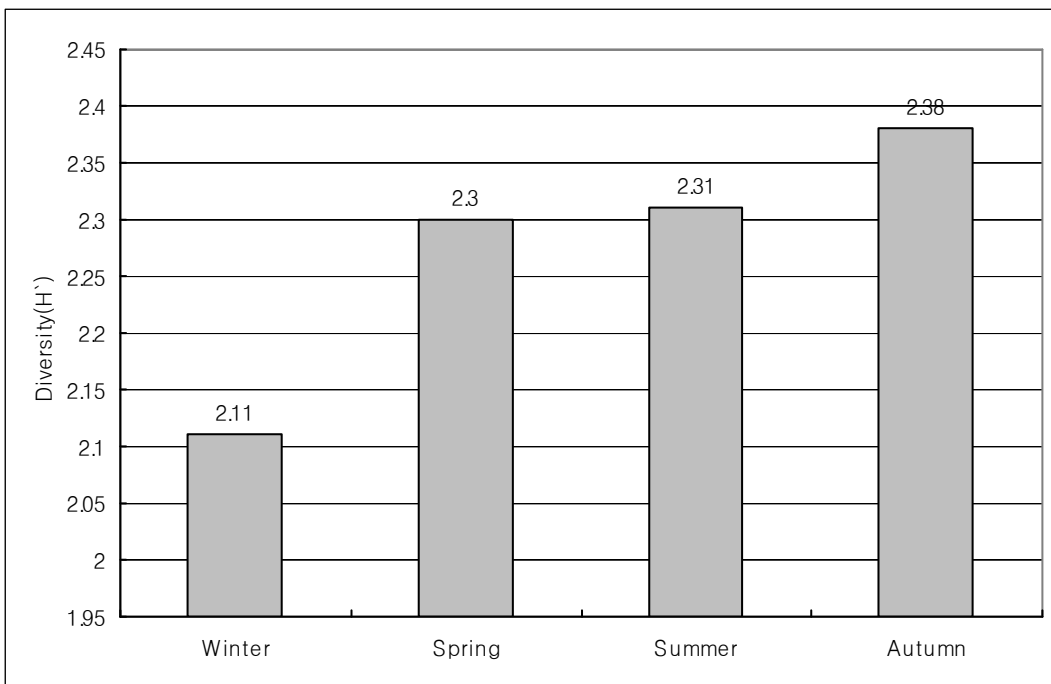


Fig. 21. Seasonal change diversity indices (H') of the invertebrate communities.

IV. 고찰

인천대교 주변 해역은 서해 경기만에 속하며 조석 변화 및 강한 조류 등으로 인해 외해와 내해의 활발한 교환이 일어나는 지역으로서 상하층의 수괴혼합이 매우 활발하게 일어나는 지역이다(Fig. 1). 이러한 해류의 흐름으로 인해 경기만 수역은 환경 변화가 매우 크게 나타난다. 이와 더불어 대교 건설 등 공사의 영향과 활발한 조하대 모래 채취 작업 등의 영향으로 퇴적층의 변화가 급격하게 나타나는 곳이기도 하다. 이러한 변화는 본 연구의 정점 4, 5, 7, 8에서 실시한 조하대 퇴적단층 조사를 통해 볼 수 있는데(Figs. 5, 6, 7, 8), 정점 4, 5, 7, 8은 대교 건설 지역에서 동·서와 내해·외해를 구분 지을 수 있는 대표 정점으로서 각각의 저질층은 사질과 니질의 퇴적층이 변동 있게 반복되어 나타났고, 새로운 유기물 퇴적층 유무와 연체동물 패각의 유무를 통해 같은 지역 내에서 활발한 퇴적층의 변동이 일어남을 시사해주는 결과였다. 대교 건설 공사가 완료된 시점인 17차 조사(2009년 7월) 이후의 퇴적층은 큰 변화 없이 대체로 비슷한 양상의 퇴적층이 관찰되었으며, 이러한 점은 인천대교가 건설되는 동안 해수의 흐름에 변동을 주는 요인이 조하대 저질층의 퇴적에 영향을 주었다는 점을 시사해주고 있으며, 이러한 변화들로 인한 저서동물군집의 변동이 있었을 것으로 판단된다.

본 연구가 이루어진 조사지역내에서는 8문 12강 38목 119 과 267종의 분류군이 동정되었다(Fig. 9, Table 2). 이 중 저서퇴적층에 주로 서식하는 환형동물의 비율이 34.83%에 이르러 가장 높은 비중을 차지했으며, 절지동물 29.21%, 연체동물 27.34%의 순으로 많은 종이 나타남을 볼 수 있었다. 이 3분류군이 전체 출현종에서 차지하는 비율은 91.38%에 이르며, 이는 대부분이 저서퇴적층의 표면이나 퇴적층 내부에 서식을 하는 종들로서 이 군집의 생물량과 출현종수를 계절적 변화와 연도별 변화로 비교하면 각 정점별로 시간의 흐름에 따른 대형 저서무척추동물군집의 변화추이를 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

총 20회의 조사 중 주로 3차 조사부터 18차 조사를 토대로 계절과 연도로 나누어 비교하였다(Table 4, Table 5). 조사 초기인 2006년에 출현종수가 가장 적은 것으로 나타났다(Fig. 10). 이는 인천대교 건설 초기에 해수면 아래에 직접적으로 영향을 미치는 교각공사가 이루어져 외해에서 내해로 들어오는 해류의 방향과 속도에 영향을 끼쳐 대형 저서무척추동물군집의 교란이 이루어졌을 것으로 파악할 수 있는 결과이다. 또한 2006년 정점별 다양도 지수의 변화추이를 살펴보면 다른 년도에 비해 다양도 지수가 낮은 것을 볼 수 있는데(Fig. 18) 이러한 낮은 다양도 지수도 공사 초기에 활발하게

이루어졌던 교란으로 인한 영향으로 생각된다.

인천대교 건설공사는 16차 조사(2009년 4월) 이후 완공이 되었으며, 2009년에는 마무리 공사 작업이 이루어져 이후 대부분의 작업이 다리 위에서 이루어졌다. 이에 따라 이후의 조사에서는 저서생태계에 주는 교란이 적고 저서생태계가 안정화 되어가는 경향을 확인 할 수 있다(Figs. 12, 13). 각 연도별 평균 생물량에서는 큰 변화를 관찰할 수 없었지만, 정점별로 출현종수의 변화를 살펴볼 때 2009년에 평균 10.4종이 출현하여 다른 년도 보다는 많은 종들이 출현하였음을 볼 수 있다(Fig. 10). 그래프의 모양도 내해와 외해의 영향을 많이 받는 정점 1과 정점 10을 제외한 나머지 정점에서 전반적으로 안정화되어가는 추세를 보였다. 2006년의 경우 각 정점별 평균 생물량의 수치가 22.25(개체/0.1m²)에서 125(개체/0.1m²)까지의 수치변화를 보이며 그 변화폭이 큰 것으로 나타났(Fig. 13). 그러나 2009년 조사에서의 평균 생물량 수치는 19(개체/0.1m²)에서 104(개체/0.1m²)의 수치를 나타내었는데, 정점 3에서 104(개체/0.1m²)의 수치를 보이는 것은 인천대교 연안역 정점 중 정점 3이 주변 공장지대와 그 위치가 가까워 그로 인한 영향을 받은 것으로 생각된다. 정점 3을 제외한 나머지 정점에서는 고른 생물량 분포를 확인할 수 있었다(Fig. 13). 이는 공사가 마무리되어 연안역 저서생물군집이 주어졌던 환경 변화에 적응하여 안정화된 것으로 판단된다.

년도에 따른 다양도 지수변화를 살펴보면 앞서 말한 결과를 더 확실히 파악할 수 있다(Table 7, Fig. 18). 각 정점별 다양도 지수의 변화를 살펴보면, 수치상으로는 큰 차이가 나타나지는 않지만 2006년의 그래프가 제일 낮은 다양도지수를 나타내며, 2009년의 그래프가 제일 높은 수치를 나타내는 것을 확인 할 수 있다. 이는 공사가 진행되는 도중에는 환경변화가 심해 안정적인 군집을 형성하기 어려웠으나 공사가 마무리 되면서 환경적인 교란이 줄어들어 대형 저서무척추동물 군집이 다양해졌다는 것을 시사해주는 결과이다.

계절별로 조사정점들 사이의 평균 출현종수와 평균 생물량을 살펴보면(Figs. 13, 14), 겨울철에 평균 출현종이 8.13종이고 평균생물량은 42.78(개체/0.1m²)로 가장 적은 수치를 나타냈다. 그러나 봄철은 평균 출현종이 여름, 가을과 비슷한 9.33종으로 나타나지만 생물량은 겨울과 비슷한 39.55(개체/0.1m²)의 수치를 나타냈다. 이는 겨울철에는 저서대형무척추동물들의 생육이 부진한 시기로서 종수와 생물량이 적었고, 따뜻해지기 시작하는 봄철에 이르러 많은 종들이 나타나기 시작했지만 그 생물량은 완벽한 생육이 이루어지지 않아 나타난 결과라고 생각된다.

계절에 따른 정점별 출현종과 생물량의 변화를 보면 여름과 가을에 더 많은 출현종

수와 생물량이 나타나는 것을 제외하면 특징적인 면을 찾아보기 힘들었다. 이는 생육이 활발한 시기인 여름과 가을에 이루어진 조사였음을 반영한 결과인 것으로 판단된다.

계절에 따른 다양도 지수는 년도에 따른 다양도 지수와 달리 큰 변화가 없는 것으로 보여진다(Table 8, Figs. 20, 21). 종수가 적은 겨울철에는 그만큼 적은 생물량을 보이고 종수가 많은 시기에는 많은 생물량을 나타내어 비슷한 수치를 보이는 것으로 판단된다.

1차부터 20차까지의 각각의 조사에서 다소의 퇴적환경의 차이가 정점별로 관찰되었으며, 이와 관련되어 출현종과 생물량 분포가 다소 달라지는 특징을 나타냈는데, 이러한 변화가 공사가 진행되고 완료되는 과정과 연관성이 있는 결과가 나왔다. 이러한 결과는 대형저서무척추동물 군집이 저서퇴적환경의 변화와 밀접한 연관이 있다고 생각된다. 이와 같은 사실은 조사지역이 조수간만의 차가 크고 조수의 흐름이 빠른 편이어서 조하대 환경의 변화가 큰 편이고, 내륙과 가까운 조사지역은 내륙에서 나오는 공장 폐수나 생활하수 등의 영향을 강하게 받고 있고 이러한 변화들로 인해 퇴적환경이 변할 수 있다는 결과를 보여주는 결과라고 판단된다. 또한 조사지역에서는 공사기간동안 뿐만 아니라 공사가 마무리된 이후에도 계속하여 조하대 환경에 큰 영향을 미치는 대규모 모래채취작업이 진행 중이었는데, 이와 같은 모래채취 작업이 대교건설공사등 기타요인들 보다 훨씬 더 직접적으로 조하대 저서동물 군집의 구조에 영향을 줄 가능성이 있는 것으로 판단된다.

저서동물 군집의 구조변화는 인위적인 변화뿐만 아니라 해류의 흐름과 속도, 해수 속의 부유물, 퇴적층의 입도변화에 영향을 많이 받는다(유 등, 2004)라고 알려져 있다. 따라서 저서동물 군집의 구조변화를 더욱 심도 있게 연구하기 위해서는 주변 환경요인과 해수의 조성에 대한 연구가 동반되어야 하며, 저서동물 군집구조에 가장 큰 영향을 주는 저서퇴적층의 입도분석이 함께 이루어져 군집 변화 분석이 이루어져야 할 필요가 있을 것이다.

Reference

- Frey, R. W., J. S. Hong, J. D. Howard, B. K. Park, and S. J. Han, 1987, Zonation of benthos on a macrotidal flat, Inchon, Korea, *Senckenbergiana Mant*, 19(5/6), 295~329pp.
- Hong, J. s., 1992, An environmental assessment of the coastal area using the benthic macrofauna in Kyonggi Bay, West sea, Korea: A preliminary result, *Bull. Nat. Res. Dev. Agency* 46, 239~253pp.
- Hong, J. S. and J. W. Yoo, 1996, Salinity and sediment types as sources of variability in the distribution of the benthic macrofauna in Han Estuary and Kyonggi Bay, Korea, *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 31, 217~231pp.
- Koh, B. S., J. H. Lee and J. S. Hong, 1997, Distribution patterns of the benthic macrofaunal community in the coastal area of Inchon, Korea, *The Sea*(*J. Kor. Soc. Oceanogr.*), 2, 31~41pp.
- Koh. C. H. and H. C. Shin, 1988, Environmental characteristics and distribution of macrobenthos in a mudflat if the west coast of Korea (Yellow Sea), *Netherland J. Sea Res.* 22(3), 279~290pp.
- Lee, J. H. and J. H. Cha, 1997, A study of ecological succession of macrobenthic community in an artificial lake of shiwa on the west coast of Korea: An assessment of ecological impact by embankment, *Oceal Res.*, 19(1), 1~12pp.
- Lim, H. S., J. H. Lee, J. W. Choi and J. G. Je, 1995, Macrobenthic community on the soft-bottom around the Yongjong Island, Korea, *J. Kor. Fish. Soc.*, 28, 635~648pp.
- Park, H. S. 1991, An ecological study of macrobenthos on a macrotidal flat, Inchon, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea* 11(2), 71~76pp.
- Shannon, C. E., W. Weaver, 1963, *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana, 177p.
- Shin, H. C., J. W. Choi and C. H. Koh., 1989, Faunal assemblages of benthic macrofauna in the inter and subtidal region of the inner Kyeonggi Bay, West coast of Korea, *J. Oceanol. Soc. Korea*24(4), 184~193pp.

- Shin, H. C., S. G. Kang and C. H. Koh, 1992, Benthic polychaete community in the southern area of Kyeonggi Bay, Korea, J. Oceanol. Soc. Korea 27(2), 164~172pp.
- Yoo, J. W., 1992, The community structure and distribution of the benthic macrofauna in Han estuary and Kyonggi Bay, Korea, M. S. Thesis, Inha Univ., 100pp.
- 유옥환, 고병설, 이형곤, 이재학, 2004, 인천연안 대형저서무척추동물 군집변동에 미치는 환경요인의 영향, 한수지 37(5), 423~432pp.
- 임현식, 이재학, 1995, 영종도 주변해역의 저서동물 군집, 한수지, 635~648pp.
- 임현식, 최진우, 1998, 경기만 대부도 주변 조하대 해역의 저서동물 군집, 한수지, 31(4), 453~462pp.
- 권도현, 1987. 한국산 해양 등각류. 서울대학교대학원 이학박사학위논문, 201pp.
- 권오길, 박만갑, 이상준, 1993. 원색한국패류도감. 아카데미서적, 445pp.
- 김일희, 1985. 한국산 따개비류(갑각 강, 만각 아강, 완홍 목). 서울대학교대학원 이학박사학위논문, 202pp.+53pls.
- 김종만, 유재명, 병정구, 임주역, 1986, 한국연근해 어란 치어도감, 해양연구소 보고서, BSPE 00060-98-3. 369pp.
- 김창배, 1991. 한국 해산 옆새우류(갑각류)의 계통분류학적 연구. 서울대학교대학원 이학박사학위논문, 442pp.
- 김훈수, 1973. 한국동식물도감, 제14권 집게·게류. 삼화출판사, 694pp.
- 김훈수, 1977. 한국동식물도감, 제19권 새우류. 삼화출판사, 414pp.
- 노분조, 1977. 한국동식물도감, 제20권 해면·히드라·해초류. 삼화출판사, 470pp.
- 백의인, 1989. 한국동식물도감, 제31권 갯지렁이류. 국정교과서주식회사, 764pp.
- 신숙, 노분조, 1996. 한국동식물도감, 제36권 극피동물. 국정교과서주식회사, 780pp.
- 안순모, 이재학, 우한준, 구본주, 이형곤, 유제원, 제종길, 2006, 새만금 방조제공사로 인한 조하대 환경과 저서동물 군집 변화, Ocean and Polar Research, 28(4), 369~383pp.
- 유종생, 1976. 원색한국패류도감. 일지사, 196pp.
- 이택열, 김용억, 진평, 강용주, 1981, 한국 연근해 어란 치차도감, 부산수대 해양연구소, 109pp.

- 정문기, 1977. 한국어도보, 일지사, 727pp.
- 정문기, 1994. 한국동식물도감, 제 2권 어류(제 2판), 중앙도서주식회사, 서울, 862pp.
- 최병래, 1992. 한국동식물도감, 제33권 연체동물 II. 국정교과서주식회사, 860pp.
- 한국도로공사, 2005. 인천대교 연결도로 건설사업 환경 영향 평가서, 한국도로공사, 202~258pp.
- 한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집(곤충제외). 아카데미서적, 489pp.
- 한국전력공사기술연구원, 1994. 태안화력발전소 주변환경 조사보고서, 208pp.
- 한국해양연구소, 1993. 화옹지구 간척 매립에 따른 어업피해 보상연구. 해양연구소보고서, 504pp.
- 한국해양연구소, 1995. 태안화력발전소 건설에 따른 피해영향범위 조사와 피해어업권 및 어선손실보상액 산출, 341pp.
- 岡田要 外 二人 (監修), 1981a. 新日本動物圖鑑 (上), 北隆館, 633pp.
- 岡田要 外 二人 (監修), 1981b. 新日本動物圖鑑 (中), 北隆館, 748pp.
- 岡田要 外 二人 (監修), 1981c. 新日本動物圖鑑 (下), 北隆館, 763pp.

Appendix

Appendix 1. List of the macroinvertebrate species in the around sea of the Incheon Bridge.

Phylum Cnidaria 자포동물 문

Class Anthozoa 산호충 강

Order Actiniaria 해변말미잘 목

Family Haliactiidae

1. *Anemoactis* sp.

Family Actiniidae 해변말미잘 과

2. *Actinosola* sp.

Family Pennatulidae 바다조름 과

3. *Pennatula* sp.

Phylum Nemertea 유형동물 문

Class Nemertini 끈벌레 강

Order Hoplonemertini 바늘끈벌레 목

Family Lineidae 연두끈벌레 과

4. *Lineus fuscoviridis* 연두끈벌레

5. *Lineus* sp.1

6. *Lineus* sp.2

Phylum Brachiopoda 완족동물 문

Class Inarticulata 무관절 강

Order Atrmata 무혈 목

Family Lingulidae 개맛 과

7. *Lingula unguis* 개맛

Phylum Mollusca 연체동물 문

Class Gastropoda 복족 강

Order Archaeogastropoda 원시복족 목

Family Fissurellidae 구멍삿갓조개 과

8. *Montfortula pulchra* 이쁜이삿갓조개

Appendix 1 (continued).

Order Mesogastropoda 중복족 목

Family Calyptraeidae 배고둥 과

9. *Ergaea walshi* 배고둥

Family Ovulidae 개오지불이 과

10. *Xandarovula xanthochila* 가는옆줄토끼고둥

Family Eratoidae 콩개오지 과

11. *Sulcerato callosa* 애기개오지

Order Heteropoda 이족 목

Family Naticidae 구슬우렁이 과

12. *Glossaulax didyma* 큰구슬우렁이

13. *Glossaulax didyma bicolor* 이색구슬우렁이

Family Cassididae 계란고둥 과

14. *Phalium* sp.

Order Neogastropoda 신복족 목

Family Eulimidae 바늘고둥 과

15. *Eulima bifascialis* 바늘고둥

Family Columbelloidea 무륵 과

16. *Mitrella tenuis* 날씬이보리무륵

17. *Mitrella yabei*

18. *Pyrene flava* 고운점무늬무륵

Family Nassariidae 좁쌀무늬고둥 과

19. *Reticunassa festiva* 왕좁쌀무늬고둥

20. *Zeuxis* sp.

Family Buccinidae 물레고둥 과

21. *Buccinum yokomaruae* 군산물레고둥

22. *Japeuthria* sp.

Family Olividae 대추고둥 과

23. *Oliva* sp.

Family Cancellariidae 감생이고둥 과

24. *Trigonostoma scalariformis*

Appendix 1 (continued).

Family Turridae 단풍고둥 과

- 25. *Aforia circinata* 고리언청이고둥
- 26. *Guraleus deshayesii* 좁쌀근대고둥
- 27. *Inquisitor* sp.

Family Terebridae 송곳고둥 과

- 28. *Diplomeriza Koreana*
- 29. *Dupricaria koreana* 고운무늬송곳고둥
- 30. *Dupricaria* sp.
- 31. *Terebra melanacme* 가는송곳고둥

Order Heterogastropoda 이복족 목

Family Epitoniidae 실꾸리고둥 과

- 32. *Papyriscala latifasciata* 회색실꾸리고둥

Order Pyramidellomorpha 회오리고둥 목

Family Pyramidellidae 회오리고둥 과

- 33. *Boonea* sp.
- 34. *Orinella pulchella* 매끈이회오리고둥
- 35. *Odostomia desimana* 회오리고둥붙이
- 36. *Paramormula sulica* 세로줄갈색띠회오리고둥
- 37. *Tiberia dunkeri*
- 38. *Tiberia* sp.
- 39. *Turbonilla kurodai*
- 40. *Turbonilla multigrata* 가로줄회오리고둥

Order Cephalaspidea 두순 목

Family Dorididae

- 41. *Dorodium* sp.

Family Ringiculidae 두툼입술고둥 과

- 42. *Ringiculina doliaris* 두툼입술고둥

Family Acteocinidae 꼭지민챙이 과

- 43. *Acteocina exilis* 큰꼭지민챙이

Family Philinidae 갯달팽이고둥 과

Appendix 1 (continued).

44. *Philine argentata* 흰민칭이

45. *Philine* sp.

Family Cylichnidae 둥근관고둥 과

46. *Eocylichna braunsi* 빨간입술관고둥

Family Retusidae 쌀알고둥 과

47. *Retusa insignis* 쌀알고둥

48. *Rhizorus tokunagai* 가시좀쌀알고둥

Class Bivalvia 이매패 강

Order Mytilidae 홍합 목

Family Mytilidae 홍합 과

49. *Musculus senhousia* 종뿔

Order Pterioida 익각 목

Family Limidae 외투조개 과

50. *Limaria amakusaensis*

Family Ostreidae 굴 과

51. *Crassostrea gigas* 굴

Order Veneroidea 백합 목

Family Ungulinidae 들사리조개 과

52. *Cycladicama lunaris* 달빛들사리조개

53. *Felaniella sowerbyi* 꼬마들사리조개

54. *Felaniella usta* 갈색들사리조개

Family Mactridae 개량조개 과

55. *Mactra chinensis* 개량조개

56. *Raeta pulchella* 쇠개량조개

Family Mesodesmatidae 퇴조개 과

57. *Coecella chinensis* 퇴조개

Family Tellinidae 접시조개 과

58. *Cadella lubrica* 매끈이접시조개

59. *Macoma contabulata* 녹껍질대양조개

60. *Macoma praetexta* 얇은대양조개

Appendix 1 (continued).

- 61. *Moerella jedoensis* 분홍접시조개
- 62. *Moerella rutila* 민띠접시조개
- 63. *Nitidotellina minuta* 진주접시조개
- 64. *Nitidotellina nitidula* 붉은줄접시조개
- 65. *Nitidotellina* sp. 1
- 66. *Pharaonella sieboldii* 시보르티접시조개

Family Semelidae 반투명조개 과

- 67. *Theora fragilis* 아기반투명조개

Family Pharellidae 작두콩가리맏조개 과

- 68. *Sinonovacula constricta* 가리맏조개

Family Veneridae 백합 과

- 69. *Calista brevisphonata* 주름백합
- 70. *Phacosoma japonicum*
- 71. *Pitar noguchii*
- 72. *Pitar sulfureum* 쇠백합
- 73. *Ruditapes philippinarum* 바지락
- 74. *Dosinorbis japonicus* 떡조개
- 75. *Spisula voyi alaskana* 감장북방대합
- 76. *Venus foveolata* 숨털백합

Order Myoida 우럭 목

Family Corbulidae 쇠방사늑조개 과

- 77. *Anisocorbula venusta* 예쁜이쇠방사늑조개

Order Pholadomyoida 석공조개 목

Family Lyonsiidae 안쪽인대조개 과

- 78. *Lyonsia kawamurai* 둥근안쪽인대조개
- 79. *Lyonsia ventricosa* 비늘안쪽인대조개

Family Thraciidae 도기조개 과

- 80. *Trigonothracia pusilla* 반투명작은도기조개

Phylum Annelida 환형동물 문

Class Polychaeta 다모 강

Appendix 1 (continued).

Order Phyllodocida 부채발갯지렁이 목

Family Phyllodocida 부채발갯지렁이 과

- 81. *Anaitides chinensis* 중국부채발갯지렁이
- 82. *Anaitides koreana* 한국부채발갯지렁이
- 83. *Anaitides maculata* 네모부채발갯지렁이
- 84. *Anaitides* sp.
- 85. *Eulalia viridis* 녹색불꽃부채발갯지렁이
- 86. *Eulalia* sp.

Family Glyceridae 미갑갯지렁이 과

- 87. *Glycera chirori* 치로리미갑갯지렁이
- 88. *Glycera capitata* 큰머리미갑갯지렁이
- 89. *Glycera subaenea* 청동미갑갯지렁이
- 90. *Glycera* sp.
- 91. *Glycinde* sp.

Family Hesionidae 수염갯지렁이 과

- 92. *Hesione* sp.

Family Pilargidae 투구갯지렁이 과

- 93. *Ancistrosyllis hanaokai* 앞뿔투구갯지렁이
- 94. *Sigambra* sp.

Family Syllidae 염주발갯지렁이 과

- 95. *Exogone* sp.
- 96. *Myrianida* sp.

Family Nereidae 참갯지렁이 과

- 97. *Neanthes japonica* 참갯지렁이
- 98. *Neanthes* sp.
- 99. *Nereis* sp.
- 100. *Perinereis nuntia* 눈썹참갯지렁이

Family Nephtyidae 백금갯지렁이 과

- 101. *Nephtys oligobranchia* 광염백금갯지렁이
- 102. *Nephtys polybranchia* 남방백금갯지렁이

Appendix 1 (continued).

103. *Nephtys* sp.

Family Aphroditidae 고슴도치갯지렁이 과

104. *Aphrodita* sp. 고슴도치갯지렁이류

Family Polynoidae 비늘갯지렁이 과

105. *Lepidasthenia izukai* 아즈카긴비늘갯지렁이

106. *Lepidonotus elongatus* 긴이쁜비늘갯지렁이

107. *Lepidonotus* sp.

108. *Perolepis* sp.

109. *Perolepis stylolepis* 벌거숭이비늘갯지렁이

110. Polynoidae indet.

Family Paralacydoniidae

111. *Paralacydonia* sp.

Order Eunicida 털갯지렁이 목

Family Onuphidae 집갯지렁이 과

112. *Dioparta bilobata* 넓적집갯지렁이

Family Eunicidae 털갯지렁이 과

113. *Marphysa sanguinea* 바위털갯지렁이

Family Lumbrineridae 송곳갯지렁이 과

114. *Lumbrineris heteropoda* 긴다리송곳갯지렁이

115. *Lumbrineris japonica* 참송곳갯지렁이

116. *Lumbrineris longifolia* 긴자락송곳갯지렁이

117. *Lumbrineris nipponica* 짧은다리송곳갯지렁이

118. *Lumbrineris* sp.

Order Orbiniida 갓모갯지렁이 목

Family Orbiniidae 갓모갯지렁이 과

119. *Haploscoloplos elongatus* 갓모갯지렁이

120. *Nainerris* sp.

121. *Phylo* sp.

Order Spionida 얼굴갯지렁이 목

Family Longosomatidae

Appendix 1 (continued).

122. *Heterospio* sp.

Family Spionidae 얼굴갯지렁이 과

123. *Prionospio japonicus* 매끈예쁜얼굴갯지렁이

124. *Prionospio* sp.

125. *Spio* sp.

Order Magelonida 양손갯지렁이 목

Family Magelonidae 양손갯지렁이 과

126. *Magelona* sp.

Order Chaetopterida 날개갯지렁이 목

Family Chaetopteridae 날개갯지렁이 과

127. *Chaetopterus* sp.

128. *Mesochaetopterus minuta* 모래무지날개갯지렁이

Order Cirratulida 실타래갯지렁이 목

Family Cirratulidae 실타래갯지렁이 과

129. *Acrocirrus validus* 민실타래갯지렁이

130. *Chaetozone spinosa* 긴털바퀴실타래갯지렁이

131. *Chaetozone setosa* 솜털바퀴실타래갯지렁이

132. *Cirratulus cirratus* 가는실타래갯지렁이

133. *Cirriformia tentaculata* 명주실타래갯지렁이

134. *Tharyx* sp.

Order Flabelligerida 더덕갯지렁이 목

Family Flabelligeridae 더덕갯지렁이 과

135. *Brada villosa* 황금더덕갯지렁이

136. *Pherusa plumosa* 깃더덕갯지렁이

Order Opheliida 요정갯지렁이 목

Family Scalibregmidae 구더기갯지렁이 과

137. *Oncoscolex pacificus borealis* 민구더기갯지렁이

Family Opheliidae 요정갯지렁이 과

138. *Armandia lanceolata* 참보석요정갯지렁이

139. *Polyopthalmus pictus* 무늬요정갯지렁이

Appendix 1 (continued).

140. *Travisia japonica* 벌레요정갯지렁이

141. *Travisia pupa* 번데기요정갯지렁이

142. *Travisia* sp.

Order Sternaspidae 오뚜기갯지렁이 목

Family Sternaspidae 오뚜기갯지렁이 과

143. *Sternaspis scutata* 오뚜기갯지렁이

Order Capitellida 버들갯지렁이 목

Family Capitellidae 버들갯지렁이 과

144. *Capitella capitata* 등가시버들갯지렁이

145. *Heteromastus filiformis*

146. *Mediomastus* sp.

147. *Notomastus* sp.

Family Arenicolidae 검은갯지렁이 과

148. *Arenicola* sp.

Family Maldanidae 대나무갯지렁이 과

149. *Asychis* sp.

150. *Clymenella koreana* 한국대나무갯지렁이

151. *Praxillella affinis* 꼬리대나무갯지렁이

Order Oweniida 싸리버섯갯지렁이 목

Family Oweniidae 싸리버섯갯지렁이 과

152. *Myriochele oculata* 관버섯갯지렁이

153. *Myriochele* sp.

154. *Owenia fusiformis* 싸리버섯갯지렁이

155. *Owenia gomsoni*

Order Terebellida 유령갯지렁이 목

Family Pectinariidae 빛갯지렁이 과

156. *Lagis bocki* 앞빛갯지렁이

Family Ampharetidae 사슴갯지렁이 과

157. *Amage auricula* 뿔사슴갯지렁이

158. *Ampharete arctica* 작은사슴갯지렁이

Appendix 1 (continued).

- 159. *Ampharete* sp.1
- 160. *Ampharete* sp.2
- 161. *Amphicteis gunneri* 큰사슴갯지렁이
- 162. *Amphicteis* sp.

Family Terebellidae 유령갯지렁이 과

- 163. *Loimia medusa* 괴물유령갯지렁이
- 164. *Terebellides* sp.
- 165. Terebellidae indet.

Family Trichobranchidae 조름털갯지렁이 과

- 166. *Terebellides stroemii* 조름털갯지렁이

Order Sabellida 꽃갯지렁이 목

Family Sabellidae 꽃갯지렁이 과

- 167. *Chone* sp.
- 168. *Pseudopotamilla myriops* 긴안점꽃갯지렁이
- 169. *Sabellaria* sp. 꽃갯지렁이류
- 170. Sabelliidae indet.

Family Serpulidae 석회관갯지렁이 과

- 171. *Ditrupa arietina* 뿔석회관갯지렁이

Subclass Scolecida

Family Cossuridae

- 172. *Cossura* sp.

Family Paraonidae

- 173. *Aricidea* sp.

Phylum Arthropoda 절지동물 문

Subphylum Chelicerata 협각 아문

Class Pycnogonida 바다거미 강

Family Ammotheidae 접시바다거미 과

- 174. *Paranymphe magnidigitum* 큰손너도접시바다거미

Subphylum Mandibulata 대악아문

Class Crustacea 갑각강

Appendix 1 (continued).

Family Anthuridae 마디벌레 과

175. *Cyanthura higoensis* 모래마디벌레

Family Paranthuridae 오목고리마디벌레 과

176. *Paranthura* sp.

Family Sphaeromatidae 잔벌레 과

177. *Gnorimosphaeroma ovatum* 개펄잔벌레

Family Idoteidae 주걱벌레 과

178. *Cleantiella* sp.

179. *Cleantis planicauda*

180. *Idoteid* sp. 1

181. *Idoteid* sp. 2

Order Amphipoda 단각 목

Family Phoxocephalidae 긴뿔옆새우 과

182. *Grandifoxus* sp.

183. *Mandibulophoxus mai* 일곱가시긴뿔옆새우

184. *Mandibulophoxus* sp.

Family Urothoidea 모래무지옆새우사촌 과

185. *Urothoe* sp. 1

186. *Urothoe* sp. 2

Family Oedicerotidae 붉은눈옆새우 과

187. *Monoculodes koreanus* 뽕족뿔붉은눈옆새우

188. *Monoculodes* sp.

Family Hyalidae 해조숨이옆새우 과

189. *Allorchestes* sp.

Family Liljeborgiidae 릴예보옆새우 과

190. *Liljeborgia japonica*

Family Ampeliscidae 안경옆새우 과

191. *Ampelisca brevicornis* 짧은뿔안경옆새우

192. *Ampelisca cyclops* 짧은다리안경옆새우

193. *Byblis gaimardi*

Appendix 1 (continued).

194. *Byblis japonicus*

Family Melitidae 멜리타옆새우 과

195. *Melita* sp. 1

196. *Melita* sp. 2

Family Ischyoceridae 육질꼬리옆새우붙이

197. *Erichthonius pugnax* 넓은마디육질꼬리옆새우붙이

198. *Jassa falcata* 가시꼬리육질꼬리옆새우붙이

199. *Ventojassa* sp.

Family Podoceridae 긴배옆새우 과

200. *Podocercus* sp.

Family Corophiidae 육질꼬리옆새우 과

201. *Corophium* sp.

202. *Grandidierella japonica* 발성육질꼬리옆새우

Family Ampithoidae 참옆새우 과

203. *Ampithoe* sp.

204. *Ampithoid* sp.

Family Caprellidae 바다대벌레 과

205. *Caprella* sp.

Family Photidae

206. *Eurysteus japonicus*

207. *Photis longicaudatus*

208. *Photis* sp.

209. *Pontogenia* sp.

Family Diastylidae 긴꼬리올챙이새우 과

210. *Diastylis tricincta*

211. *Diastylopsis dawsoni*

212. *Dimorphostylis asiatica* 보통이형올챙이새우

Family Bodotriidae 참올챙이새우 과

213. *Bodotria* sp.

214. *Eocuma latum*

Appendix 1 (continued).

215. *Heterocuma* sp.

216. *Heteroreucoma* sp.

Family Nannastacidae 꼬마올챙이새우 과

217. *Campylaspis fusiformis*

218. *Campylaspis* sp.

Order Eupauciacea 난바다곤쟁이 목

Family Euphausiidae 난바다곤쟁이 과

219. *Euphausia* sp.

220. *Pseudopausia* sp.

Order Decapoda 십각 목

Suborder Macrura 새우 아목

Family Penaeidae 보리새우 과

221. *Penaeus japonicus* 보리새우

222. *Penaeus chinensis* 대하

223. *Trachypenaeus curvirostris* 꽃새우

Family Sergestidae 젓새우 과

224. *Acetes chinensis* 중국젓새우

Family Palaemonidae 징거미새우 과

225. *Palaemon gravieri* 그라비새우

226. *Palaemon macrodactylus* 붉은줄참새우

Family Alpheidae 딱총새우 과

227. *Alpheus brevicristatus* 딱총새우

228. *Alpheus japonicus* 긴발딱총새우

Family Hippolytidae 꼬마새우 과

229. *Heptacarpus rectirostris* 좁은뿔꼬마새우

230. *Latreutes planirostris* 넓적뿔꼬마새우

Family Crangonidae 자주새우 과

231. *Cirangon affinis* 자주새우

Suborder Anomura 집게 아목

Family Diogenidae 넓적원손집게 과

Appendix 1 (continued).

232. *Diogenes edwardsii* 넓적원손집게

233. *Paguristes* sp. 긴눈집게류

Suborder Brachyura 게 아목

Family Porcellanidae 게불이 과

234. *Pisidia serratifrons* 알통불이

235. *Raphidopus ciliatus* 털다리게불이

Family Dorippidae 조게치레 과

236. *Nobilum* sp. 조게치레류

237. *Paradorippe japonica*

Family Calappidae 금게 과

238. *Matuta planipes* 그물무늬금게

Family Leucosiidae 밤게 과

239. *Philyra* sp.

Family Goneplacidae 원송이게 과

240. *Carcinoplax vestita* 털보원송이게

241. *Eucrate crenata* 무딘이빨게

Family Xanthidae 부채게 과

242. *Heteropilumnus ciliatus* 털보부채게

243. *Parapanope euagora* 얇은니부채게

244. *Parthenope varidus*

Family Pinnotheridae 속살이게 과

245. *Pinnotheres pholadis* 섭속살이게

246. *Pinnotheres sinensis* 굴속살이게

247. *Pinnotheres* sp.

248. *Tritodynamia horvathi* 높은등옆길게

249. *Tritodynamia lintermedia*

250. *Tritodynamia longipropodum*

251. *Xenophthalmus pinnotheoides* 장님진흙살이게

Phylum Chaetognatha 모악동물 문

Class Sagittoidea 시총 강

Appendix 1 (continued).

Order Phragmophora 유막근 목

Family Sagittidae 화살벌레 과

252. *Sagitta* sp.

Phylum Echinodermata 극피동물 문

Subphylum Asterozoa 불가사리 아문

Class Stelleroidae 불가사리 강

Order Platyasterida 편평 목

Family Luidiidae 검은띠불가사리 과

253. *Luidia quinaria* 검은띠불가사리

Order Forcipulata 차극 목

Family Asteriidae 불가사리 과

254. *Asterias amurensis* 아무르불가사리

Order Myophiurida 폐사미 목

Family Ophiacanthidae 침거미불가사리

255. *Ophiacantha omoplata* 넓적침거미불가사리

Family Ophiactidae 뱀이거미불가사리 과

256. *Ophiactis affinis* 유사뱀이거미불가사리

257. *Ophiactis dyscrita* 자근뱀이거미불가사리

258. *Ophiactis macrolepidota* 예쁜뱀이거미불가사리

259. *Ophiactis* sp.

Family Amphiuridae 양편거미불가사리 과

260. *Amphioplus ancistrotus* 뿔가시거미불가사리

261. *Amphioplus japonicus* 순양거미불가사리

262. *Amphioplus squamata* 양비늘거미불가사리

263. *Amphioplus vadicola*

Subphylum Echinozoa 성게 아문

Class Echinoidea 성게 강

Order Echinoidea 성게 목

Family Temnopleuridae 분지성게 과

264. *Temnopleurus reevesi* 바늘분지성게

Appendix 1 (continued).

265. *Temnopleurus hardwickii* 하드윅분지성게

266. *Temnopleurus toreumaticus* 분지성게

Class Holothuroidea 해삼 강

Order Apodida 무족 목

Family Synaptidae 닳해삼 과

267. *Protankyra bidentata* 가시닳해삼

저작물 이용 허락서

학 과	해양생명과학과	학 번	20097158	과 정	석사, 박사
성 명	한글: 로 승 욱 한문 : 魯勝旭 영문 : Ro Seung Wook				
주 소	광주광역시 서구 금호동 748-8				
연락처	E-MAIL : rsw1593@nate.com				
논문제목	한글 : 인천대교 주변해역 조하대 대형저서무척추동물 군집의 분포 특성 영어 : Subtidal macroinvertebrate community in the around sea of the Incheon Bridge				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의() 반대()

2011 년 2 월 일

저작자: 로 승 욱 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하