

2015 한국해양재단 『해양교육동아리 지원사업』 결과 보고서

동검 연륙도로 교량화 복원 사업 예정지
갯벌 대형저서생물 군집조사와
갯벌 복원 정책 제안

2015년 10월

강화중학교·강화여자중학교 연합 동아리

생태광장

목 차

국문 요약	1
I 장. 동검 연륙교 갯벌 대형저서생물 군집조사	
1. 서론	3
2. 재료와 방법	5
2.1. 조사지역 개황, 시기 및 지역	5
2.2. 환경요인 분석 방법	7
2.3. 생물 조사 방법	7
3. 결과	8
3.1. 물리 화학 요인	8
3.1.1. 산화층 깊이	8
3.1.2. 수소이온농도	9
3.1.3. 염분	9
3.1.4. 퇴적물 온도	10
3.1.5. 강화지역 월별 강수량 평균기온	11
3.2. 환경요인	11
3.2.1. 니질 함량	11
3.2.2. 유기물 함량	13
3.3. 군집구조	15
3.3.1. 월별 전체 조사지역에 출현하는 종과 개체수	15
3.3.2. 조사 정점에서 월별 종 변화	18
3.3.3. 남쪽과 북쪽 정점의 월별 출현종과 개체수 변화	24
3.3.4. 우점종	28

II장. 갯벌 복원지역 조사	
1. 서론	32
2. 갯벌 복원	33
2.1. 복원 개념	33
2.2. 갯벌 훼손 사례	34
2.2.1. 하구둑으로 인한 훼손	34
2.2.2. 매립 사업으로 인한 훼손	34
2.2.3. 연안 개발 및 이용으로 인한 훼손	34
2.3. 연륙도로	35
2.3.1. 연륙도록의 이용	35
2.3.2. 문제점	36
3. 조사 내용 및 방법	36
3.1. 조사 대상 및 기간	36
3.2. 조사 내용 및 방법	37
3.2.1. 설문지 구성	37
3.2.2. 자료처리 방법	37
4. 조사 결과	38
4.1. 조사대상자의 일반적 특성	38
4.2. 조사 결과 분석	38
4.2.1. 사천시청 담당 공무원 대상 설문조사 결과	38
4.2.2. 비토섬 지역 주민 대상 설문조사 결과	40
III장. 결론 및 동검 연륙도로 교량 복원 사업 정책 제안	45
참고문헌	47
부록	48

국문 요약

김효준. 권오준. 이수용 (강화중학교 3학년)

장여은. 원효진(강화여자중학교 1학년)

김미연. 변은경. 박수민. 김혜원. 장현희. 이주영. 김가연(강화여자중학교 3학년)

지도교사 : 김순래, 인병규

갯벌은 연안습지로서 수산물의 중요한 생산지, 정화작용, 홍수조절, 야생생물의 보존, 산란과 생육장소, 해일이나 침식으로부터의 보호, 바다와 육지의 완충지, 고고학적 가치가 있는 장소 보유, 자연학습장·연구지 제공, 관광자원으로서 주목 받고 있다. 그럼에도 불구하고 손쉽게 취득이 가능한 공유수면이라는 입지적 조건과 경제 발전이라는 시대적 요구라는 명목으로 끊임없이 간척과 매립이 이루어져 왔다. 그러나 정부는 갯벌의 중요성을 인식하고 갯벌복원을 위한 추진계획이 수립 및 시범 사업 실시(국토해양부, 2009), 갯벌 복원을 통한 자원화 종합계획(해양수산부, 2015)을 수립하고 갯벌의 경제적·생태적 가치를 극대화하여 갯벌을 새로운 성장 동력으로 활용하기 위하여 노력하고 있다. 강화도는 고려시대부터 현재에 이르기까지 농경지 확보, 양식장 축제, 연륙도로 건설 등을 통한 갯벌 매립과 간척 사업이 진행되었다. 그러나 연륙도로로 인한 갯벌 기능 악화로 지역 주민의 요청에 따라 동검도 연륙도로 교량화 사업을 통해 갯벌 기능을 복원할 예정이다.

본 연구는 동검도 연륙도로 교량화 사업에 따른 갯벌 저서생물 조사 등 모니터링과 동검도와 유사한 교량화 복원 사업이 이루어진 경남 사천시 비토섬을 방문하여 설문 조사를 실시하였다.

동검도 연륙도로 부근 갯벌 모니터링 결과 퇴적층 상승, 연륙도로 양쪽 갯벌의 차이, 세립질 퇴적물 퇴적으로 인한 생물상 단순화, 해수 유통 방해로 인한 유기물 분해 속도 감소, 퇴적층 오염으로 인한 오염지표종 서식 등을 확인하였다.

조사지역은 연륙도로를 중심으로 남쪽 2개 정점, 북쪽 2개 정점 총 4개 정점을 조사하였다. 조사 내용은 산화층 깊이 등 물리·화학적 요인과 니질 함량, 유기물 함량, 중금속 함량 및 방형구를 이용한 Mapping 기법으로 대형저서생물을 조사하였다.

산화층 깊이는 남쪽 지역(D1, D2) 2.2cm~3.5cm, 북쪽 지역(D3, D4) 20cm 이상으로 나타나 연륙교를 중심으로 현저한 차이를 보이고 있다.

평균 염분은 남쪽 지역(D1.2) 30.80~32.40psu, 북쪽 지역(D3.4)이 25.60~26.00 psu로 남쪽 지역이 약간 높은 염분 분포를 보이고 있다.

니질 함량은 연륙도로로 막힌 갯벌에서 나타나는 전형적인 세립질 퇴적물 증가로 94.55%~98.95% 값을 보이고 있다.

조사 지역은 유기물 함량은 3.227242%~6.695677%로 평균 4.79%로 조사되었다. 이는 동막, 여차리 등 주변 지역에 비해 유기물 함량이 현저하게 높다.

출현종은 콩게를 비롯한 절지동물 4~5종, 연체동물 1~2종, 환형동물 2종, 유형도울 1종으로 총 11종이 출현하였으나 생물다양성은 주변지역 갯벌에 비해 낮게 나타나며 특히 오염지표종인 버들갯지렁이가 우점종으로 출현하였다.

우점종은 출현종의 10% 이상 차지하는 것으로 하였으며 콩게, 세스랑게, 칠게, 두토막눈썹참갯지렁이, 버들갯지렁이 순이었다.

갯벌 복원 지역 답사 설문 조사 결과 교량화 사업으로 인한 연륙도로 복원 사업에서 갯벌 기능 회복은 육안으로 확인 가능하였다. 다만 정량적인 분석 결과가 없어 복원 정도는 알 수 없었다. 그리고 갯벌 복원의 또 다른 목표인 일자리 창출과 생태관광 활성화는 지역 주민이 인식하고 있지 못하고 있을 뿐 아니라 기초 시설과 교육이 전혀 이루어지고 있지 않았다. 다만 정부 주도의 유료 낚시터 조성은 끝났으나 그나마 주민들과 갈등으로 개장을 못하고 있었다.

이는 중앙정부가 갯벌복원 계획을 수립하면서 중앙정부에 갯벌 복원 기본방향 설정, 복원사업지 선정 등 갯벌복원사업을 총괄관리하는 ‘갯벌복원 전문가위원회’ 구성·운영과 지자체에는 지속적인 사업관리 및 사례분석 등을 시행할 ‘지역 전문가 자문회의’를 구성·운영, 그리고 복원 사업 이후 갯벌복원사업에 대한 모니터링을 지속적으로 실시하고, 그 결과를 다른 사업에 반영하는 등 피드백(feedback) 조치등에 대한 구체적인 실행계획이 미흡한 것이 원인으로 판단된다.

주제어 : 갯벌복원, 동검도 연륙도로 교량화 사업, 갯벌 모니터링, 오염지표종, 갯벌 복원 전문가위원회, 지역 전문가 자문회의

I 장. 동검 연륙도로 갯벌 대형저서생물 군집조사

1. 서론

일반적으로 갯벌에 대한 사전적 의미를 정리하여 보면, 조수가 드나드는 바닷가나 강가의 모래 또는 개펄로 된 넓고 평평하게 생긴 땅 이라고 갯벌을 풀이하고 있는데, 한자의 본래적인 뜻이나, 여러 사전에 등장하고 있는 단어들의 의미를 종합해 볼 때, 바닷가에서 조수가 드나드는 곳인 조간대의 개펄 벌판은 펄 갯벌 또는 펄 석(瀉) 자를 쓰는 간석지라고 하고, 모래 벌판은 모래갯벌 또는 모래 사(砂) 자를 쓰는 간사지로 명확히 구분하여 정의한다(홍재상, 1998. 한국의 갯벌). 우리나라 서남해안에 발달한 갯벌은 단일국가가 보유한 최대 규모의 갯벌로 평가되고 있다(고철환, 2001). 갯벌은 연안습지로서 수산물의 중요한 생산지일 뿐 아니라 정화작용, 홍수조절, 야생생물의 보존, 산란과 생육장소 외에 관광자원으로서 주목 받고 있다(제종길 등 1998. 임병선, 1999). 그 외 미국학술원(1992)은 해일이나 침식으로부터의 보호, 바다와 육지의 완충지, 부유물의 퇴적지, 어류의 서식지, 바닷새와 기타 야생동물의 서식지, 희귀종·멸종위기종의 서식지, 낚시·사냥·자연관찰지로서의 장소, 양식장·기타 생물자원의 생산지, 고고학적 가치가 있는 장소 보유, 자연학습장·연구지, 광활한 공간의 제공하는 등 경관을 볼 수 있는 장소, 수질의 개선 장소, 생물다양성의 보고, 생물의 짝짓기·휴식·피식 도피처, 인간 활동으로부터 격리된 장소, 다양한 식물의 보존 가능성, 인근 생태계에 대한 영양염 공급처 등을 갯벌의 기능으로 분류하였다.

갯벌의 생태적, 환경적, 지속가능 이용 등의 중요성에도 불구하고, 중요성에 대한 인식부족으로 농지와 산업용지 확보를 위한 간척의 대상으로 매립이 진행되거나 지속가능 이용 전략없이 무분별하게 머드 체험, 조개 잡기 등 갯벌 관광 상품이 만들어지면서 갯벌의 기능이 약화되는 일들이 발생하고 있다. 강화남단 갯벌은 인천경기 갯벌 중에서 단일 면적으로는 그 규모가 가장 크며, 한강, 임진강, 예성강을 통해 유입되는 담수에 의해 만들어진 전형적인 하구 환경이면서, 남쪽으로 영종도, 장봉도 등의 섬에 의해 만들어진 만의 특징을 가지는 갯벌의 발달 형태가 복잡한 지역이다(고철환, 2001). 이 지역의 갯벌은 한강 하구역에서 유입되는 유기물과 퇴적

물의 영향에 따라 계절적인 변화가 심하게 나타나고 있으며 이로 인해 이 지역에 서식하는 생물들의 분포 역시 계절적으로 크게 변화한다.(Yoo, J. W & Hong, J. S, 1996)

본 연구의 대상지인 동검 갯벌을 포함한 강화 갯벌은 국내에 현존하는 하구 갯벌 중 가장 자연성이 높은 갯벌이며, 대단위 저서생물 군집이 있어 보호해야 할 철새 도래지이며, 다양한 소규모 생태계가 존재하고 있어 생물다양성이 높아 생태학적으로 중요함은 물론 수도권을 배후도시로 두고 있어 관광자원으로서의 가치가 높아 많은 연구자들의 관심을 받는 지역이다. 지금까지 강화 갯벌에 대한 생태적, 관광적 연구는 강화남부 갯벌의 유공충 특징(우한준 외 2006), 강화도 여차리 니질 갯벌과 사질 갯벌에 서식하는 중형저서동물의 군집구조(김동성 외, 1999), 강화 여차리·대부 방아머리·화성 주곡리 갯벌의 저서동물 군집(김기웅, 2000), 동검도 갯벌의 갯지렁이와 갯벌 퇴적물에 서식하는 세균 다양성 연구(양승조, 2008), 두루미와 재두루미 서식지 이용 분석을 통한 한강하구 생태계 보전 관리 방안 연구(김성옥, 2008), 강화도 남단 조간대에 도래하는 마도요류의 환경수용능력 예측(문영민 외, 2013), 강화도 남단갯벌의 혐기성 유기물 분해능과 황산염 환원력 및 저서 동물이 이에 미치는 잠재적 영향(목진숙 외, 2005), 강화도 장화리 갯벌에서 저서미세조류의 계절적 분포 및 일차생산력(유만호 외, 2005), 갯벌복원을 위한 기술 지침 및 계획수립(국토해양부, 2010), 맵핑 기법을 이용한 강화남단 서부 갯벌 대형저서동물 군집 분석(김순래, 2013), 한반도 서해안 강화도 남부 여차리 조간대 생흔상 특징(장은경, 2006), 갯벌생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구(해양수산부, 2003), 강화지역의 농촌관광 도입 전략에 관한 연구(이은용, 2004), 갯벌 생태계 복원을 위한 대형저서생물 다양성 조절인자 연구(해양수산부, 2005) 등의 연구가 있을 뿐 갯벌 복원에 대한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 학생 또는 일반인이 가능한 갯벌 모니터링 기법인 맵핑 기법(류종성, 2005. 김순래, 2013)을 이용하여 대형저서동물의 5월부터 9월까지 계절별 군집 조사를 실시하였다. 대형저서동물은 저질 안과 밖에서 일생을 보내며, 생활사가 짧고 작은 환경 변화에도 민감하게 반응한다. 조사 지역은 1980년대 내륙과 섬을 연결하는 연륙교를 만들었다. 이후 섬 양쪽에서 흘러들어오면서 퇴적과 침식을 거듭하던 갯벌이 조류의 흐름이 끊김으로서 침식보다는 퇴적량이 증가하여 갯벌의 높이가 높아지면서 생물 생산량 급감, 생물종 감소가 이루어졌을 것으로 예상되고 있

다. 정부(국토해양부)는 2009년 폐염전, 폐양식장 등 경제적 가치 상실로 훼손, 방치, 오염되어 있는 과거 갯벌지역을 건강한 갯벌로 복원함으로써 미래녹색가치를 창출하는 갯벌복원사업을 체계적으로 추진하고자 갯벌복원 추진계획을 수립하고, 2013년 경남 사천시 비토섬 연륙교를 터서 해수유통이 가능한 교량으로 갯벌복원 시범 사업을 실시하였다. 2009년 본 조사지역인 동검도 연륙교도 복원 후보지로 선정된 후 2015년 복원 계획이 수립되어 사천시 비토섬 연륙교 개통과 동일한 형태의 복원 사업을 실시할 예정이다.

갯벌이 가지는 여러 가지 유익한 기능과 가치를 고려할 때 그 동안 농경지와 상업단지 등의 필요에 따라 매립 간척되었던 갯벌에 대한 복원도 고려해야 할 시기가 되었다. 조사 지역과 유사한 환경을 갖는 경남 사천시 비토면의 경우 섬과 섬을 연륙하여 갯벌 기능이 심각하게 훼손된 지역을 복원하여 갯벌 기능을 되살린 경험이 있다. 그러나 갯벌 복원을 전후하여 모니터링이 부실하였고, 복원 결과 생태관광이 활성화 될 것이라는 막연한 기대감에 대한 실망이 만들어진 경험이 있다. 이에 동검 연륙교 복원 사업을 진행함에 있어 사전 조사 자료를 구축하고 갯벌 기능 복원이 지역 주민의 삶의 질 향상에 어떤 영향을 줄 것인가를 예측하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

2. 재료와 방법

2.1. 조사 지역 개황, 시기 및 지역

동검 갯벌은 수도권에 인접하여 사계절 많은 관광객이 찾아오는 곳이다. 특히 여름에는 수천명의 관광객이 찾아와 갯벌 놀이와 체험 그리고 교육 장소로 이용되고 있다. 여름에 동검도를 찾는 관광객은 갯벌 진입의 어려움, 체험 가이드 부족, 체험 편의 시설 부족 등으로 불평이 많은 곳이기도 하다.

이런 불편을 극복하고 동검도 생태관광 활성화를 위하여 동검도 주민 스스로 ‘동검도생태체험마을협동조합’을 만들어 노력하고 있는 지역이다.

본 연구는 선진국에서는 생물서식처 제공, 수산물 생산, 기후변화 조절, 생태관광 등 갯벌의 중요성을 인식하고 갯벌복원사업을 진행 중이며 우리나라에서도 지자체,

환경단체 등으로부터 훼손된 갯벌에 대한 복원요구가 증가하고 있는 실정이다. 따라서 갯벌 매립 등 경제적 개발을 위해 불가피한 갯벌의 이용은 최소한으로 하되, 폐염전, 폐양식장 등 경제적 가치 상실로 훼손·방치·오염되어 있는 곳을 갯벌로 복원하여 미래녹색가치를 창출할 필요를 인식하고 이에 따라 갯벌복원에 대한 추진계획을 수립, 시범사업을 시행하여 지역 일자리 창출 및 지역경제 활성화 도모하고자 하는 정부(국토해양부, 2009)의 계획에 근거하여 갯벌복원사업 추진체계 마련, 갯벌복원사업 시행지침 마련, 경쟁력 있는 갯벌복원기술 개발 추진과 복원에 따른 지역의 생태관광 활성화 방안 및 실태를 알아보하고자 한다.

조사 기간은 2015년 5월부터 2017년 12월까지이며 사업 전 1차 조사(2015년 5월부터 사업 개시 전까지), 2차 조사(사업기간 중), 3차 조사(사업 종료 후 1년)에 걸쳐 총 3차 조사를 실시할 예정이다. 저서생물 모니터링은 매월 1회 Mapping 조사와 격월 Core 조사를 병행한다. 복원 지역 이용 설문조사는 1차 조사와 3차 조사 시기에 조사한다.

조사 지역은 인천광역시 강화군 길상면 동검리 연륙교를 중심으로 남쪽 2개 정점, 북쪽 2개 정점으로 강화남단갯벌 서부지역 위치해 있다. 조사 지역으로부터 동부지역은 초지리, 황산도 갯벌이 있고, 서부지역은 선두리, 동막리 갯벌이 접해 있다. 조사 정점은 연륙교를 중심으로 4곳으로 했으며 정점간 거리는 250m, 선조사이다. 정점 번호는 남쪽 2개 정점 D1, D2, 북쪽 2개 정점 D3, D4로 표시하였고, 조사 지역의 갯벌 분포와 정점을 지도에 표시하였다(그림. 1).



그림 1 조사지역 점점

표 2 동검갯벌 조사 정점

정점	위도	경도	기타	
D1	37° 35′ 46.79″	126° 30′ 41.12″	연륙교 남쪽지역	D1.2
D2	37° 35′ 51.25″	126° 30′ 47.11″	연륙교 남쪽지역	
D3	37° 35′ 54.73″	126° 30′ 54.01″	연륙교 북쪽지역	D3.4
D4	37° 36′ 00.89″	126° 30′ 57.94″	연륙교 북쪽지역	

2.2. 환경요인 분석 방법

니질 함량과 유기물 함량을 측정하기 위하여 현장에서 표층 2~3cm 깊이 퇴적물 채취하여 지퍼백에 넣은 후 정점 번호를 표시하고 실험실로 운반하였다. 퇴적물을 채집할 때 가급적 조개껍질을 섞이지 않도록 유의하였다.

니질 함량은 Buchanan(1984)이 실트질 퇴적물을 분석하는 방법으로 제안한 습식체질법을 이용하여 측정하였다. 니질 함량을 이용한 퇴적상 분류는 니질 함량에 따라 sand(<5%), slightly muddy sand(5~25%), muddy sand(25~50%), sandy mud(50~75%), slightly sandy mud(75~95%), mud(>95%)의 6개 퇴적상으로 분류한 Flemming(2000)이 제안한 방법을 이용하였다.

유기물 함량은 수분이 함유된 퇴적물을 70℃에서 72시간 동안 충분히 건조시킨 후 퇴적물을 가열 하여 막자사발에 곱게 갈아 건조된 분말퇴적물로 만들어 무게 손실량으로 계산하였다. 니질 함량과 유기물 함량은 안양대학교 생물바이오시스템공학과 연구실의 도움으로 자료를 획득하였다.

2.3. 생물 조사 방법

대형저서동물의 표층 조사, 갈퀴 조사를 실시하였다. 채집은 4개 정점을 대상으로 월 1회씩 실시하였다. 각 정점에서는 1 x 1 m 방형구를 무작위로 3회 던져 조사를 실시하였다. 표층 조사와 갈퀴 조사는 육안으로 종과 개체수 확인이 가능한

종으로 하였으며 현장에서 Mapping 기록지에 직접 기록하였다.

갯벌에 서식하는 대형저서동물들의 행동의 표현이 생흔으로 표현되므로 이와 관련된 저서동물들의 행동 유형에 따라 다른 생흔으로 나타날 수 있다. Seilacher(1967)은 행위 목적에 따라 생흔 화석을 행동학적으로 주거생흔·이동생흔·휴식생흔·섭식생흔·포식생흔의 다섯 가지로 분류하였으며, 김정률 등(1994)은 도피생흔·경작생흔 두 가지를 첨가하여 일곱 유형으로 분류하였다.

표층조사는 표층에 서식하는 기수우렁이 등 표서성 생물을 비롯하여 흰이빨참갯지렁이와 같이 생흔 교란이 발생하여도 흔적이 뚜렷한 종이 있다. 따라서 갯벌에 서식하는 표서성 생물과 생흔이 뚜렷한 종을 계수하였다.

류종성(2005)은 ‘동물 군집연구에서 일반적으로 30cm 깊이의 퇴적물을 채취하나 표층 10cm 깊이만 채집하였을 경우 30cm 깊이 채집과 비교하여 출현종수 96%, 개체수 85%가 채집되어 30cm 깊이 채집 자료를 반영 할 수 있다’고 하였다. 따라서 갈퀴조사는 표층조사와 동일한 정점과 면적에서 갈퀴를 이용하여 간격 10cm, 깊이 15cm를 파내어 육안으로 동정이 가능한 대형저서생물의 종과 개체수를 현장에서 Mapping 기록지에 기록하는 조사 방법(류종성, 2005. 김순래, 2013)에 따랐다.

3. 결과

3.1. 물리. 화학 요인

3.1.1. 산화층 깊이

산화층 깊이는 조사지역에서 삽으로 퇴적물을 절단하여 측정한다. 산화층 깊이는 연륙교를 중심으로 남쪽 지역(D1, D2)과 북쪽 지역(D3, D4)을 비교한 결과 남쪽 지역은 2.2cm~3.5cm 범위로 나타나며, 북쪽 지역은 모두 20cm 이상으로 나타났다.

표 3 월별-정점별 산화층 깊이(cm)

	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	3.0	2.2	3.1	3.55	2.0	2.77
D2	3.5	4.0	2.7	3.0	3.5	3.34
D3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.00
D4	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.00
월평균	11.63	11.55	11.45	11.64	11.38	

3.1.2. 수소이온농도(pH)

수소이온농도는 모든 정점에서 7월에 수소이온농도가 높게 나타나고 있으나 정점별 차이는 뚜렷하지 않다. 모든 정점에서 수소이온농도는 5.56~6.59 범위로 산성 값을 보이고 있다. 7월에 가장 산성도가 높은 것은 강화지역을 비롯한 한강 유역권에 7월에 강수가 집중된 것과 관련이 있는 것으로 판단된다.

표 4 월별-정점별 수소이온농도

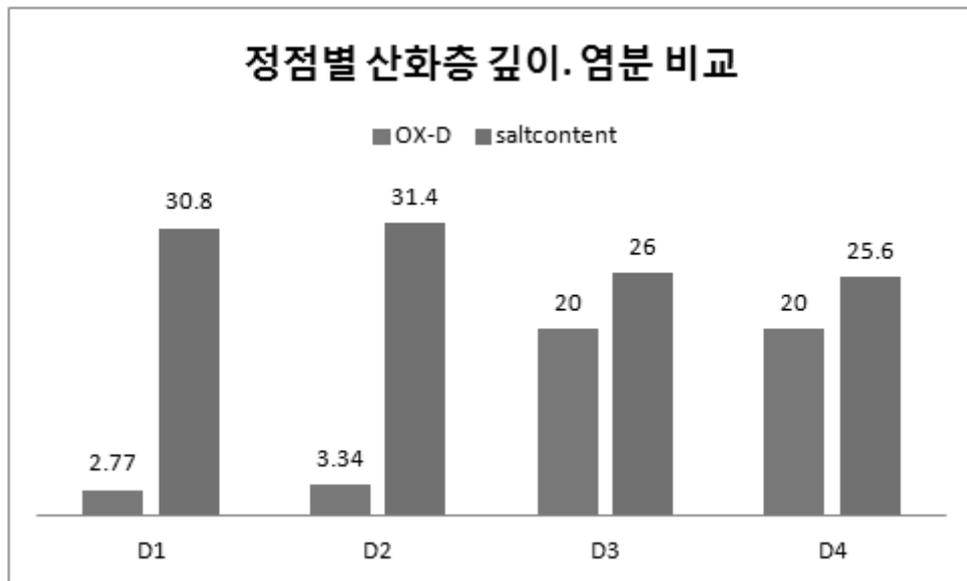
	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	5.69	5.72	6.59	5.56	5.63	5.84
D2	5.56	5.74	6.58	5.64	5.67	5.84
D3	5.7	5.74	6.54	5.60	5.68	5.85
D4	5.72	5.6	6.48	6.06	5.67	5.91
월평균	5.67	5.70	6.55	5.71	5.66	

3.1.3. 염분

염분은 정점별 월 변화는 D4 정점을 제외하고 D1~3 정점에서 5~6월에 염분이 높고 7~9월에 염분이 낮아지는 경향을 보이고 있다. 이는 강화지역을 비롯한 한강 유역권에 7월에 강수가 집중된 것과 관련이 있는 것으로 판단된다. 정점 평균 염분은 남쪽 지역(D1.2)이 북쪽 지역(D3.4)에 비해 약간 높은 염분 분포를 보이고 있다.

표 5 월별-정점별 염분(psu)

	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	33	32	30	30	29	30.80
D2	34	35	30	30	28	31.40
D3	29	28	26	25	22	26.00
D4	27	26	27	25	23	25.60
월평균	30.75	30.25	28.25	27.50	25.50	



3.1.4. 퇴적물 온도

퇴적물 온도는 정점별 월 변화는 5월부터 퇴적물 온도가 상승하다가 7~8월에 최고 온도를 보이며 다시 9월부터는 온도가 낮아지는 경향을 보이고 있다. 이는 강화 지역 월별 평균온도 분포가 같은 경향을 보이고 있다. 정점 평균 온도는 유의한 차이는 보이지 않고 있다.

표 6 월별-정점별 퇴적물 온도(℃)

온도	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	22.4	24.2	27.9	28.2	24.7	25.48
D2	22.8	24.7	27.1	28.4	24.6	25.52
D3	21.9	23.9	28.7	28.0	24.5	25.40
D4	22.2	24.1	27.8	28.2	25.0	25.46
월평균	22.32	24.23	27.88	28.20	24.70	

3.1.5. 강화지역 월별 총강수량. 평균 기온(2015. 기상청)

총강수량은 7월에 집중되어 있고, 평균기온은 8월에 가장 높게 나타나고 있다.

표 7 강화지역 월별 총강수량. 월별 평균 기온(2015. 기상청)

	5월	6월	7월	8월	9월
총강수량	27mm	52.4mm	172.3mm	51.4mm	5.9mm
평균기온	16.22℃	21.20℃	23.98℃	24.79℃	20.72℃

3.2. 환경요인

3.2.1. 니질 함량

본 조사는 매일 1회 연륙교를 중심으로 남쪽 D1, D2와 북쪽 D3, D4 지역으로 구분하여 비교 분석하였다.

월별·지역에 따른 니질 함량은 5월 남쪽 D1, D2은 98.11%~98.12%의 범위로 평균 98.115%, 북쪽 D3, D4 지역은 98.62%~98.74%의 범위로 평균 98.68%로 나타났다. 6월 남쪽 D1, D2은 94.55%~98.95%의 범위로 평균 96.75%, 북쪽 D3, D4 지역은 97.74%~99.04%의 범위로 평균 98.39%로 나타났다. 7월 남쪽 D1, D2은 95.46%~98.65%의 범위로 평균 97.005%, 북쪽 D3, D4 지역은 98.83%~99.02%의 범위로 평균 98.925%로 나타났다. 8월 남쪽 D1, D2은

96.29%~97.72%의 범위로 평균 97.005%, 북쪽 D3, D4 지역은 97.67%~97.85%의 범위로 평균 97.76%로 나타났다. 9월 남쪽 D1, D2은 97.95%~98.22%의 범위로 평균 98.085%, 북쪽 D3, D4 지역은 98.45%~98.52%의 범위로 평균 98.485%로 나타났다.

조사 시기에 따른 지역별(남쪽 D12 vs 북쪽 D34) 니질 함량은 6월을 제외하고 미세하지만 북쪽 지역의 니질 함량이 많은 것으로 나타났다.

표 8 조사시기(월)에 따른 지역별(남쪽 vs 북쪽) 니질함량 비교

	D1	D2	평균			D3	D4	평균
5월	98.12	98.11	98.115		5월	98.74	98.62	98.68
6월	98.95	94.55	96.75		6월	99.04	97.74	98.39
7월	95.46	98.65	97.005		7월	98.83	99.02	98.925
8월	97.72	96.29	97.005		8월	97.67	97.85	97.76
9월	97.95	98.22	98.085		9월	98.45	98.52	98.485

표 9 정점에 따른 월별 니질 함량(%)

	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	98.12	98.95	95.46	97.72	97.95	97.64
D2	98.11	94.55	98.65	96.29	98.22	97.16
D3	98.74	99.04	98.83	97.67	98.45	98.55
D4	98.62	97.74	99.02	97.85	98.52	98.35
월평균	98.40	97.57	97.99	97.38	98.28	

표 10 월별, 정점별 니질함량과 퇴적상

		D1		D2		D3		D4	
5월	니질함량	98.12	mud	98.11	mud	98.74	mud	98.62	mud
6월	니질함량	98.95	mud	94.55	mud	99.04	mud	97.74	mud
7월	니질함량	95.46	mud	98.65	mud	98.83	mud	99.02	mud
8월	니질함량	97.72	mud	96.29	mud	97.67	mud	97.85	mud
9월	니질함량	97.95	mud	98.22	mud	98.45	mud	98.52	mud

3.2.2. 유기물 함량

본 조사에서 유기물 함량 조사는 니질 함량 비교 분석과 같이 매월 1회 연륙교를 중심으로 남쪽 D1, D2와 북쪽 D3, D4 지역으로 구분하여 비교 분석하였다.

월별·지역에 따른 유기물 함량은 5월 남쪽 D1, D2은 4.733188%~6.364614%의 범위로 평균 5.55%, 북쪽 D3, D4 지역은 5.77761%~6.370895%의 범위로 평균 6.07%로 나타났다. 6월 남쪽 D1, D2은 4.751033%~6.695677%의 범위로 평균 5.72%, 북쪽 D3, D4 지역은 4.667197%~5.32855%의 범위로 평균 5.00%로 나타났다. 7월 남쪽 D1, D2은 3.547209%~4.541556%의 범위로 평균 4.04%, 북쪽 D3, D4 지역은 4.601325%~3.84057%의 범위로 평균 4.95%로 나타났다. 8월 남쪽 D1, D2은 3.227242%~97.72%의 범위로 평균 3.53%, 북쪽 D3, D4 지역은 3.661154%~4.18703%의 범위로 평균 3.92%로 나타났다. 9월 남쪽 D1, D2은 4.253632%~4.747536%의 범위로 평균 4.50%, 북쪽 D3, D4 지역은 4.216889%~5.017286%의 범위로 평균 4.62%로 나타났다.

조사 시기에 따른 지역별(남쪽 D1.2 vs 북쪽 D3.4) 유기물 함량은 6월을 제외하고 미세하지만 북쪽 지역의 유기물 함량이 많은 것으로 나타났다. 유기물 함량의 지역별 비교 결과는 니질 함량 분포와 같은 경향을 보이고 있다. 즉 본 조사 지역에서 ‘니질 함량과 유기물 함량은 상관관계가 있다.’고 볼 수 있다.

표 11 조사시기(월)에 따른 지역별(남쪽 vs 북쪽) 유기물 함량 비교

	D1	D2	평균		D3	D4	평균
5월	4.733188	6.364614	5.55	5월	6.370895	5.777610	6.07
6월	4.751033	6.695677	5.72	6월	5.328550	4.667197	5.00
7월	3.547209	4.541556	4.04	7월	5.296575	4.601325	4.95
8월	3.840570	3.227242	3.53	8월	3.661154	4.187030	3.92
9월	4.747536	4.253632	4.50	9월	5.017286	4.216889	4.62
평균	4.32	5.02	4.67	평균	5.13	4.69	4.91

정점에 따른 월별 유기물 함량 변화는 모든 정점이 7~8월에 감소하는 경향을 보이고 있다. 강화지역 강수량 변화와 비교할 때 강수가 집중된 7~8월에 유기물 함

량이 감소되고 있어 강수량이 유기물 함량에 영향을 미치는 요인 중 하나로 판단된다. 이는 김순래(2014) 동막갯벌 조사 결과 ‘유기물 함량 변화는 인간의 출입과 인과관계가 없으며 계절에 따라 여름철에 감소하는 것’과 일치하고 있다.

다만 강화남단 서부지역 갯벌 퇴적물의 평균 유기물 함량은 1.94%(김순래, 2013), 척전 갯벌의 평균 유기물 함량은 2.15%(이현정, 2003)를 나타내었다고 하였으나 조사 지역은 유기물 함량은 평균 4.79%로 주변 지역에 비해 유기물 함량이 현저하게 높다.

표 12 정점에 따른 월별 유기물 함량

	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	4.733188	4.751033	3.547209	3.84057	4.747536	4.32
D2	6.364614	6.695677	4.541556	3.227242	4.253632	5.02
D3	6.370895	5.328550	5.296575	3.661154	5.017286	5.13
D4	5.777610	4.667197	4.601325	4.187030	4.216889	4.69
월평균	5.81	5.36	4.50	3.73	4.56	

월별 강수량은 7월을 점정으로 증가, 감소하는 분포를 보이며, 유기물 함량은 7~8월을 중심으로 감소, pH는 8월을 최고값을 나타낸다. 따라서 강수량과 유기물 함량은 반비례하고, 강수량과 pH 지수는 비례관계임을 알 수 있다.

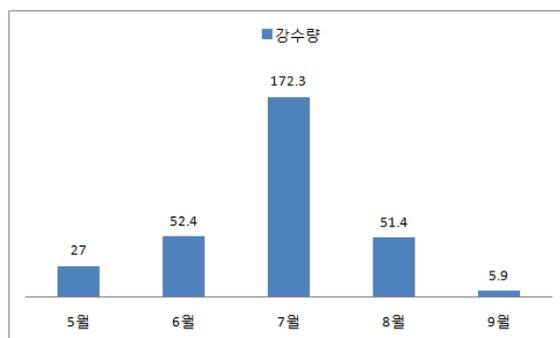


그림 4 월별 강수량 변화

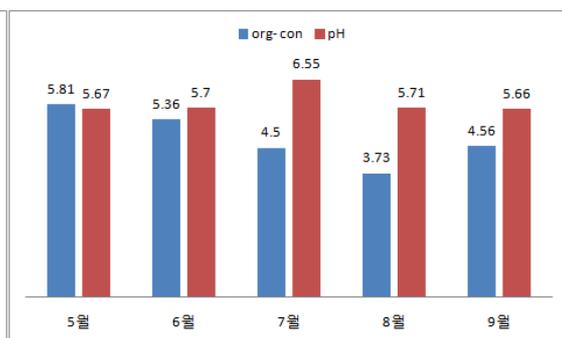


그림 5 월별 유기물함량, pH 변화

3.3. 군집구조

본 연구에서는 표층조사와 갈퀴조사 두 방법을 병행 조사하였다. 표층조사는 표층에 기수우렁이 등 표서성 생물을 비롯하여 두토막눈썹참갯지렁이, 세스랑게 같이 생존 교란이 발생하여도 흔적이 뚜렷한 종 또는 버들갯지렁이 같은 배설물이 다른 종과 구분되는 종이 있다. 따라서 표층조사는 갯벌에 서식하는 표서성 생물과 생존 또는 독특한 배설물이 뚜렷한 종을 계수하였다. 갈퀴조사는 고철환(2001), 김동성 등(2004), 류종성(2005)은 ‘동물 군집연구에서 일반적으로 30cm 깊이의 퇴적물을 채취하나 표층 10cm 깊이만 채집하였을 경우 30cm 깊이 채집과 비교하여 출현종수 96%, 개체수 85%가 채집되어 30cm 깊이 채집 자료를 반영 할 수 있다’고 하였다. 따라서 갈퀴조사는 표층조사와 동일한 정점과 면적에서 갈퀴를 이용하여 간격 10cm, 깊이 15cm를 파내어 육안으로 동정이 가능한 대형저서생물의 종과 개체수를 현장에서 Mapping 기록지에 기록하는 조사 방법인 맵핑 기법(류종성, 2005. 김순래, 2013)에 따랐다.

조사 과정은 조사 목적에 맞추어 1차(복원 공사 전), 2차(복원 공사 중), 3차(복원 공사 후)로 하였으며 2015년 조사는 1차 조사에 해당한다. 조사 시기는 매월 Mapping 기법을 이용한 모니터링과 격월로 Core를 이용한 심층조사 두 가지를 병행하였다. 조사 지역은 동검도 연륙교를 중심으로 남쪽 2개 정점 D1, D2와 북쪽 2개 정점 D3, D4 등 4개 정점으로 하였다.

조사 결과는 월별 전체 조사 지역에 출현하는 종과 개체수, 조사 정점에서 월별 종 변화, 남쪽 정점(D1, D2)와 북쪽 정점(D3, D4)의 월별 출현종과 개체수 변화, 월별 우점종과 변화를 조사 분석하였다.

3.3.1. 월별 전체 조사 지역에 출현하는 종과 개체수

종과 출현 개체수는 표층조사와 갈퀴조사 결과 중첩된 개체수를 제거한 후 계수하였다.

5월에는 4개 정점에서 8종 613ind/m² 출현하여 정점당 평균 153.25ind/m²이 출현하였다. 이중 절지동물이 4종 388ind/m², 연체동물이 1종 1ind/m², 환형동물이 2종 206ind/m², 유형동물이 1종 17ind/m²이 출현하였다. 종수는 절지동물이 50%, 환

형동물이 25%, 연체동물과 유형동물이 각각 12.5%가 출현하였고 개체수 백분율은 절지동물이 63.3%, 환형동물이 33.6%, 유형동물이 2.8%, 연체동물이 0.2%가 출현하였다. 또한 생물종은 콩게류가 35.7%로 가장 많이 출현하였으며 다음으로 두토막눈썩참갯지렁이 25.9%, 세스랑게 17.1%, 칠게 9.7%, 버들갯지렁이 7.7% 그리고 유형동물 2.8% 순으로 출현하였다.

6월에는 4개 정점에서 9종 597ind/m² 출현하여 정점당 평균 149.25ind/m²이 출현하였다. 이중 절지동물이 5종 468.7ind/m², 연체동물이 3종 4.3ind/m², 환형동물이 2종 92.7ind/m², 유형동물이 1종 31.7ind/m²이 출현하였다. 종수는 절지동물이 55.6%, 연체동물이 33.3%, 환형동물이 22.2%, 유형동물이 11.1%가 출현하였고 개체수 백분율은 절지동물이 78.5%, 환형동물이 15.5%, 유형동물이 5.3%, 연체동물이 0.7%가 출현하였다. 또한 생물종은 콩게류가 51.4%로 가장 많이 출현하였으며 다음으로 세스랑게 14.7%, 칠게 11.7%, 두토막눈썩참갯지렁이 11.2%, 유형동물 5.3%, 버들갯지렁이 4.3%, 기타 방게, 딱총새우 순으로 출현하였다.

7월에는 4개 정점에서 11종 825.7ind/m² 출현하여 정점당 평균 206.42ind/m²이 출현하였다. 이중 절지동물이 5종 629ind/m², 연체동물이 3종 5.33ind/m², 환형동물이 2종 177.33ind/m², 유형동물이 1종 14ind/m²이 출현하였다. 종수는 절지동물이 45.5%, 연체동물이 27.3%, 환형동물이 18.2%, 유형동물이 0.9%가 출현하였고 개체수 백분율은 절지동물이 76.2%, 환형동물이 21.5%, 유형동물이 1.7%, 연체동물이 0.6%가 출현하였다. 또한 생물종은 콩게류가 41.1%로 가장 많이 출현하였으며 다음으로 세스랑게 23.8%, 버들갯지렁이 15.3%, 칠게 10.5%, 두토막눈썩참갯지렁이 6.2%, 유형동물 1.7%, 기타 방게, 기수우렁이, 갈색새알조개, 왕좁쌀무늬고둥이 순으로 출현하였다.

8월에는 4개 정점에서 9종 744.3ind/m² 출현하여 정점당 평균 186.08ind/m²이 출현하였다. 이중 절지동물이 5종 570.67ind/m², 연체동물이 2종 3.66ind/m², 환형동물이 2종 153.66ind/m², 유형동물이 1종 16.33ind/m²이 출현하였다. 종수는 절지동물이 44.4%, 연체동물과 환형동물이 각각 22.2%, 유형동물이 11.1%가 출현하였고 개체수 백분율은 절지동물이 76.7%, 연체동물이 0.5%, 환형동물이 20.6%, 유형동물이 2.2%가 출현하였다. 또한 생물종은 콩게류 46.4%가 가장 많이 출현하였으며 다음으로 세스랑게 19.0%, 버들갯지렁이 12.5%, 칠게 10.3%, 두토막눈썩참갯지렁이 8.1%, 유형동물 2.2%, 기타 방게, 갈색새알조개, 기수우렁이 순으로 출현하

였다.

9월에는 4개 정점에서 9종 924.3ind/m² 출현하여 정점당 평균 231.08ind/m²이 출현하였다. 이중 절지동물이 4종 761ind/m², 연체동물이 2종 0.67ind/m², 환형동물이 2종 151.33ind/m², 유형동물이 1종 11.33ind/m²이 출현하였다. 종수는 절지동물이 44.4%, 연체동물과 환형동물이 각각 22.2%, 유형동물이 11.1%가 출현하였고 개체수 백분율은 절지동물이 82.3%, 연체동물이 0.07%, 환형동물이 16.4%, 유형동물이 1.2%가 출현하였다. 또한 생물종은 콩게류 44.0%가 가장 많이 출현하였으며 다음으로 세스랑게 22.7%, 칠게 14.8%, 버들갯지렁이 8.9%, 두토막눈썹참갯지렁이 7.4%, 유형동물 1.2%, 기타 방게, 가무락, 기수우렁이 순으로 출현하였다.

표 13 월별 출현종수 및 정점당 평균 개체수

	출현종 및 종 분포					정점당 평균 ind/m ²
	출현종수	종 분포				
		절지동물	연체동물	환형동물	유형동물	
5월	8	4	1	2	1	153.25
6월	9	5	1	2	1	149.25
7월	11	5	3	2	1	206.42
8월	9	4	2	2	1	186.08
9월	9	4	2	2	1	231.08
평균	9.20	4.40	1.80	2.00	1.00	185.22

표 14 월별 종 평균 개체수 및 백분율

	종 개체수 ind/m ²				종 개체수 백분율 %			
	절지동물	연체동물	환형동물	유형동물	절지동물	연체동물	환형동물	유형동물
5월	388	1	206	17	63.3	0.2	33.6	2.8
6월	468.7	4.3	92.7	31.7	78.5	0.7	15.5	5.3
7월	629	5.33	177.33	14	76.2	0.6	21.5	1.7
8월	570.67	3.66	153.66	16.33	76.7	0.5	20.6	2.2
9월	761	0.67	151.33	11.33	82.3	0.07	16.4	1.2
평균	563.47	2.99	156.20	18.07	75.40	0.41	21.52	2.64

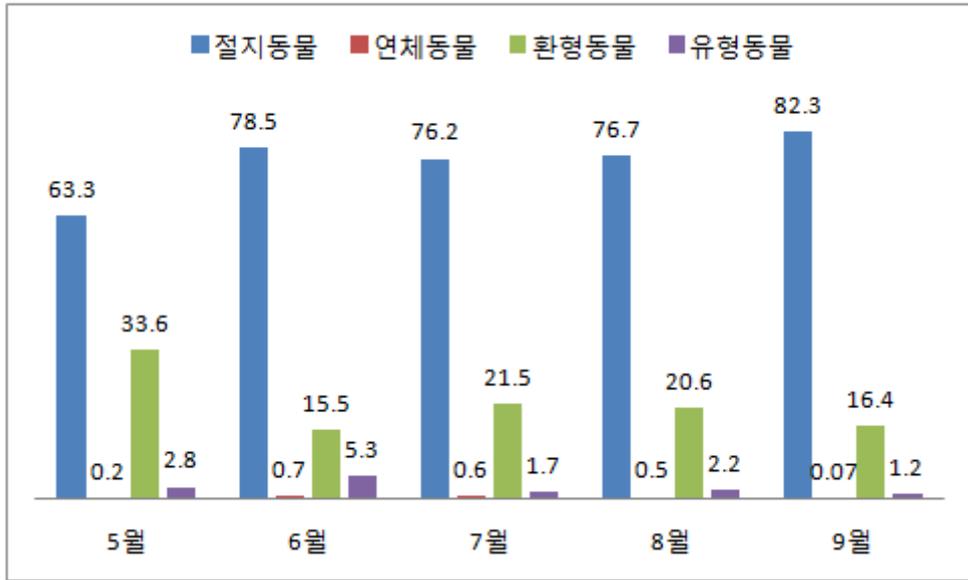


그림 6 월별 동물문 백분율(%)

표 15 월별 출현종 개체수 백분율

출현종 개체수 백분율%												
	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
5월	35.7	17.1	9.7	0.1				0.1		25.9	7.7	2.8
6월	51.4	14.7	11.7	0.1	0.1			0.1		11.2	4.3	5.3
7월	41.1	23.8	10.5	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	6.2	15.3	1.7
8월	46.4	19.0	10.3	0.1				0.1	0.1	8.1	12.5	2.2
9월	44.0	22.7	14.8	0.1			0.1		0.1	7.4	8.9	1.2
평균	43.72	19.46	11.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	11.76	9.74	2.64
비고	*0.01은 실제 백분율이 아님. 백분율이 낮아 출현 여부를 표시 Ily(콩게). Cle(세스랑게). Maj(칠게). Bel(방게). Alp(딱총새우). Nas(좁쌀무늬고둥). Cyc(가무락조개). Gla(갈색새알조개). Ass(기수우렁이). Prn(두토막눈썹참갯지렁이). Het(버들갯지렁이류). Nem(유형동물)											

3.3.2. 조사 정점에서 월별 종 변화

D1 정점 월별 종 개체수 변화는 콩게와 세스랑게는 5월부터 9월까지 전반적으로 증가하는 경향을 보이고 있으며, 같은 십각류인 칠게는 6월에 증가하였다가 8~8월에 감소하고 다시 9월에 증가하는 경향을 보이고 있다. 절지동물인 두토막눈썹참갯지렁이와 버들갯지렁이는 서로 다른 경향을 보이고 있다. 두토막눈썹참갯지렁이는

6~7월에 개체수가 감소하는 반면 벼들갯지렁이는 8월에 급증하고 있다. 유형동물은 계절에 다른 일정한 경향성을 보이지 않고 6월과 8월에 개체수가 증가하고 있으나 조사시기엔 4~11개체가 출현하여 월별 증감은 유의미하지는 않다.

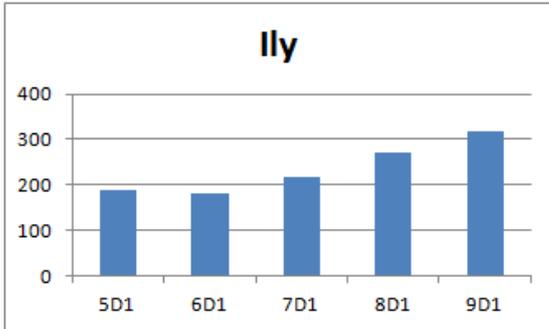


그림 7. D1 정점 Ily 월별 개체수 변화

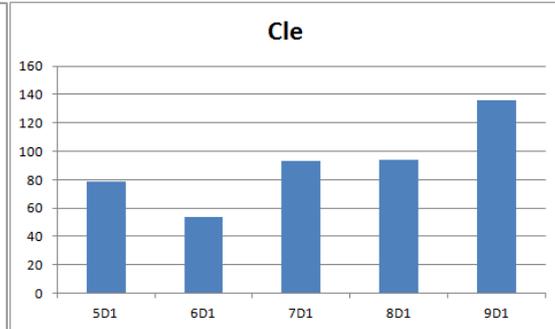


그림 8. D1 정점 Cle 월별 개체수 변화

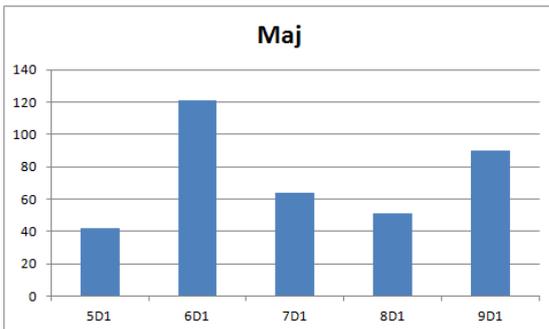


그림 9. D1 정점 Maj 월별 개체수 변화

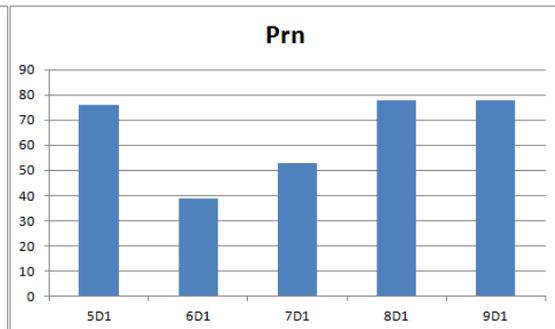


그림 10. D1 정점 Prn 월별 개체수 변화

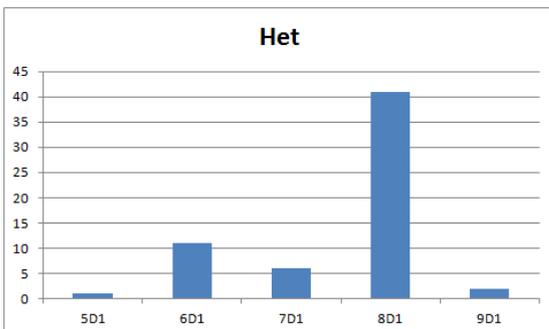


그림 11. D1 정점 Het 월별 개체수 변화

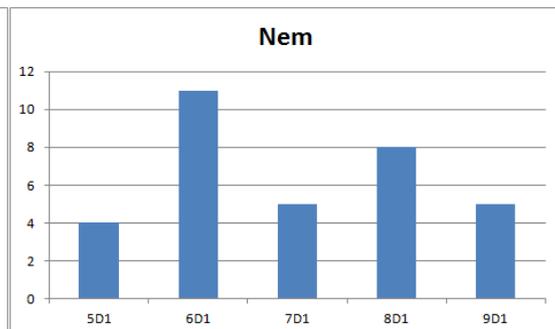


그림 12. D1 정점 Nem 월별 개체수 변화

표 16 [D1] 정점 월별 종 개체수 변화(ind/3m²)

	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
5D1	187	79	42	1	0	0	0	0	0	76	1	4
6D1	182	54	121	0	0	0	0	0	0	39	11	11
7D1	219	93	64	0	1	0	0	3	0	53	6	5
8D1	271	94	51	0	0	0	0	0	0	78	41	8
9D1	318	136	90	5	0	0	0	0	0	78	2	5

D2 정점 월별 종 개체수 변화는 십각류인 콩게, 세스랑게, 칠게는 5월부터 8월에 약간 감소하며 9월까지 증가하는 경향을 보이고 있다. 두토막눈썹참갯지렁이와 버들갯지렁이는 D1 정점과 유사하게 두토막눈썹참갯지렁이는 6~7월에 개체수가 감소하는 반면 버들갯지렁이는 8월에 급증하고 있다. 유형동물은 모든 조사 시기에 1~8 개체가 지속적으로 출현하고 있다.

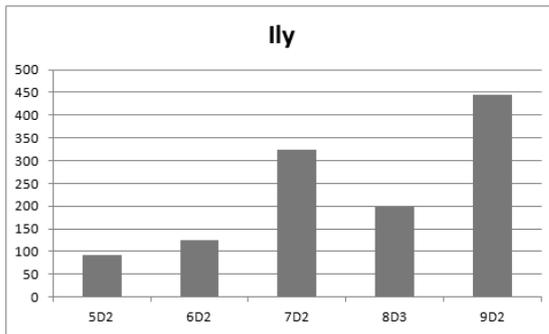


그림 13. D2 정점 Ily 월별 개체수 변화

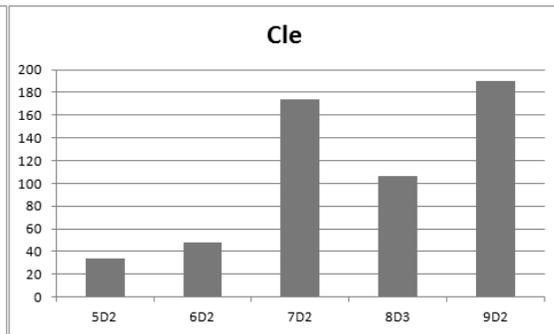


그림 14. D2 정점 Cle 월별 개체수 변화

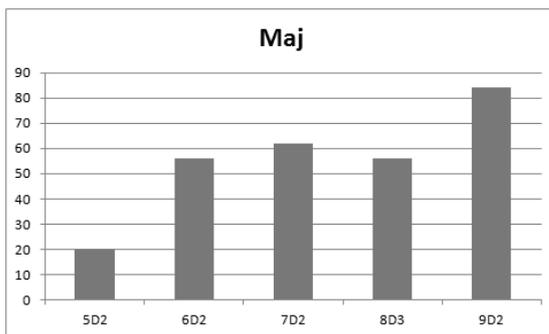


그림 15. D2 정점 Maj 월별 개체수 변화

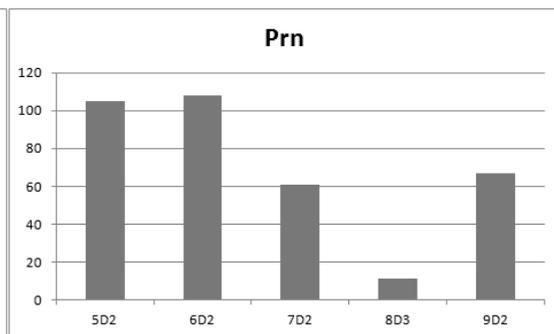


그림 16. D2 정점 Prn 월별 개체수 변화

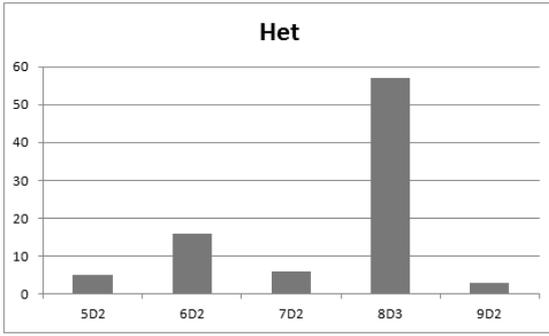


그림 17. D2 정점 Het 월별 개체수 변화

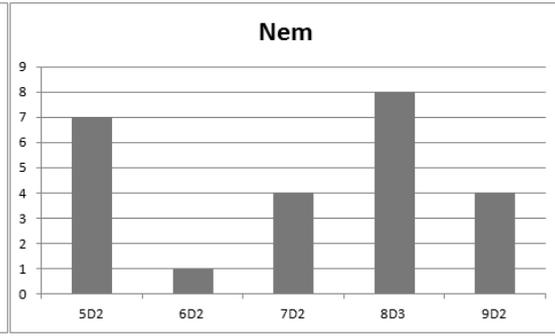


그림 18. D2 정점 Nem 월별 개체수 변화

표 17 [D2] 정점 월별 종 개체수 변화(ind/3m²)

	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
5D2	93	34	20	0	0	0	0	3	0	105	5	7
6D2	126	48	56	0	0	0	0	12	0	108	16	1
7D2	323	174	62	0	0	0	0	0	0	61	6	4
8D3	199	106	56	7	0	0	0	2	2	11	57	8
9D2	445	190	84	0	0	0	0	0	1	67	3	4

D3 정점 월별 종 개체수 변화는 콩게와 세스랑게는 7월에 많이 출현하고 있으며 출현 형태도 유사하다. 칠게는 D2 지역과 유사하게 7월과 9월에 증가하고 있으며 모든 조사 시기에 출현하고 있다. 절지동물인 버들갯지렁이는 D1, D2 지역에 비해 8월에 출현 개체수가 증가하고 있다. 유형동물은 전 조사시기에 8~25 개체수가 출현하여 D1, D2 지역보다 더 많은 개체수가 출현하였다. 또한 D1, D2 지역에 비해 D3 지역은 방게가 3~15 개체가 모든 조사 시기에 출현하였다.

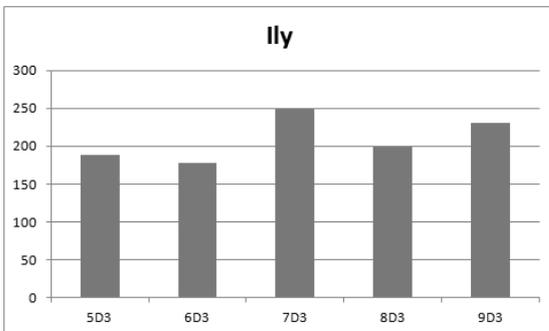


그림 19. D3 정점 Ily 월별 개체수 변화

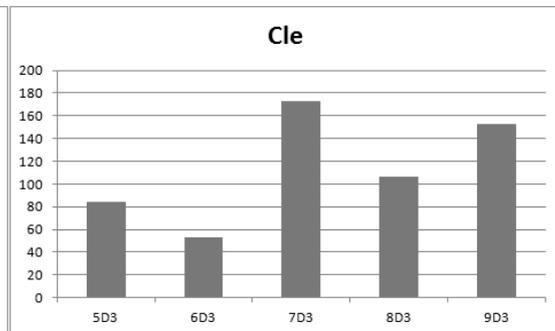


그림 20. D3 정점 Cle 월별 개체수 변화

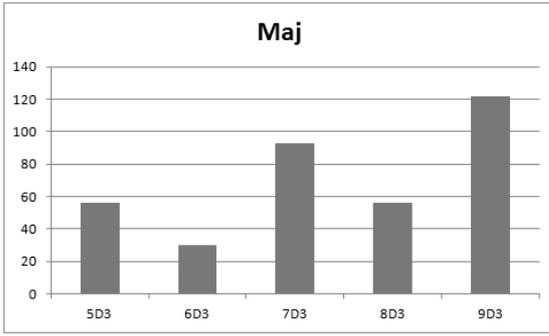


그림 21. D3 정점 Maj 월별 개체수 변화

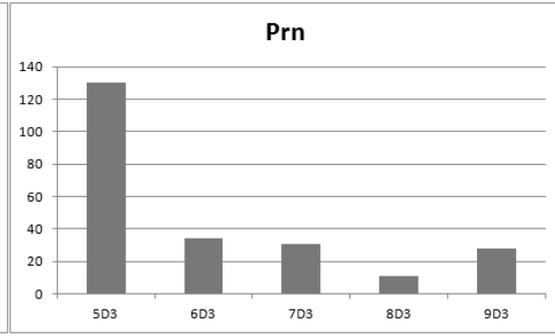


그림 22. D3 정점 Prn 월별 개체수 변화

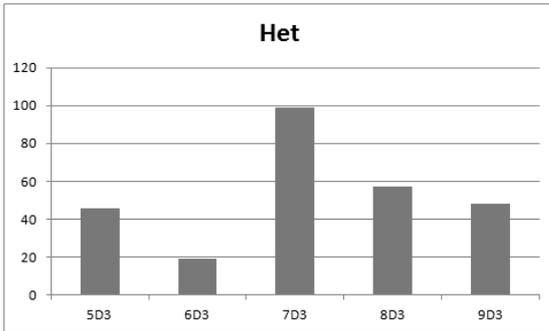


그림 23. D3 정점 Het 월별 개체수 변화

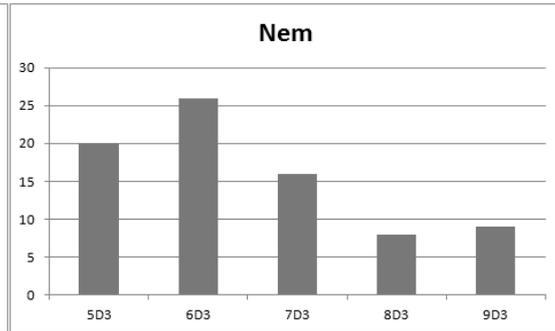


그림 24. D3 정점 Nem 월별 개체수 변화

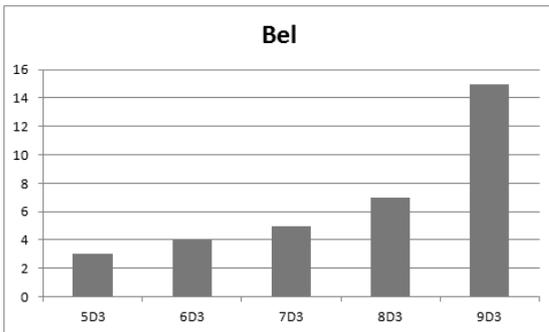


그림 25. D3 정점 B디 월별 개체수 변화

표 18 [D3] 정점 월별 종 개체수 변화(ind/3m²)

	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
5D3	189	84	56	3	0	0	0	0	0	130	46	20
6D3	177	53	30	4	1	0	0	0	0	34	19	26
7D3	249	173	93	5	0	1	0	0	9	31	99	16
8D3	199	106	56	7	0	0	0	2	2	11	57	8
9D3	230	153	122	15	0	0	1	0	0	28	48	9

D4 정점 월별 종 개체수 변화는 콩게는 6월에 많이 출현하였으나 모든 종에 비해 우점하고 있으며 세스랑게는 모든 조사 시기에 고르게 출현하고 있다. 칠게는 6

월에 출현 개체수가 감소하였으나 8~9월에 증가하는 경향을 보이고 있다. 두토막 눈썽참갯지렁이와 버들갯지렁이 출현 개체수는 경향은 D3 지역과 유사하게 두토막 눈썽참갯지렁이는 5월에 최대 개체수 출현, 버들갯지렁이는 7월에 최대 개체수가 출현하였다. 유형동물은 모든 조사시기에 16~57 개체가 출현하여 D3 지역보다 더 많은 개체수가 출현하였다. 또한 방개는 D3 지역과 유사하게 3~15 개체가 모든 조사 시기에 출현하였다.

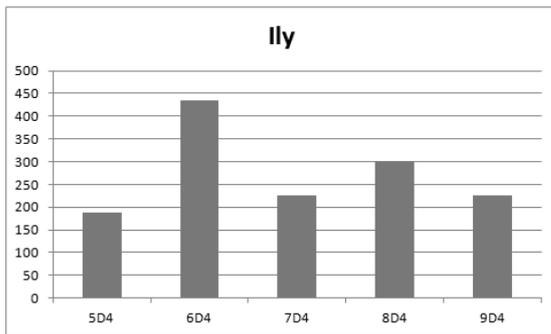


그림 26. D4 정점 Ily 월별 개체수 변화

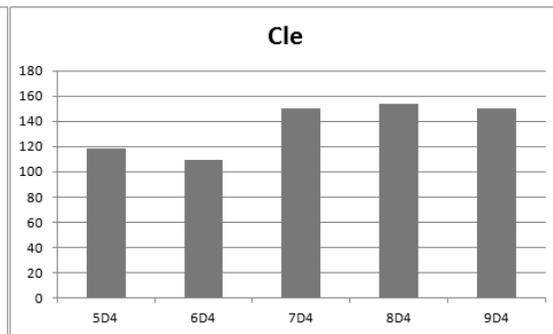


그림 27. D4 정점 Cle 월별 개체수 변화

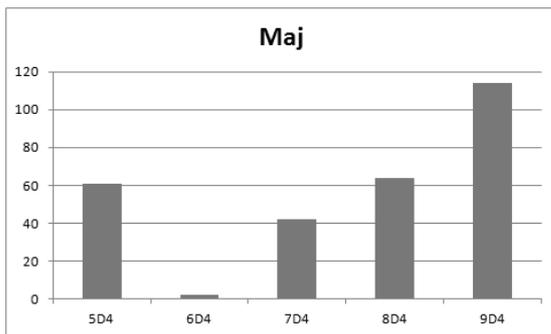


그림 28. D4 정점 Maj 월별 개체수 변화

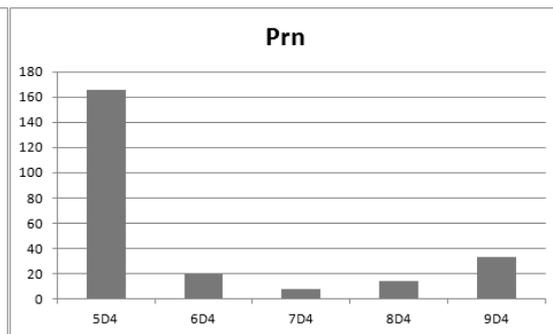


그림 29. D4 정점 Prn 월별 개체수 변화

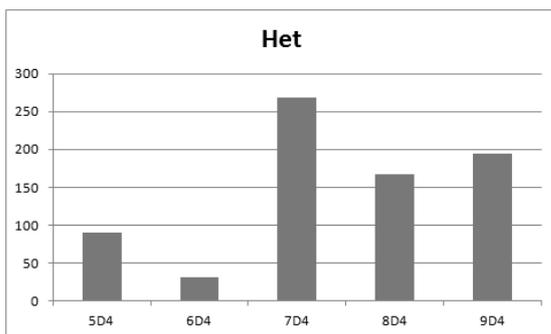


그림 30. D4 정점 Het 월별 개체수 변화

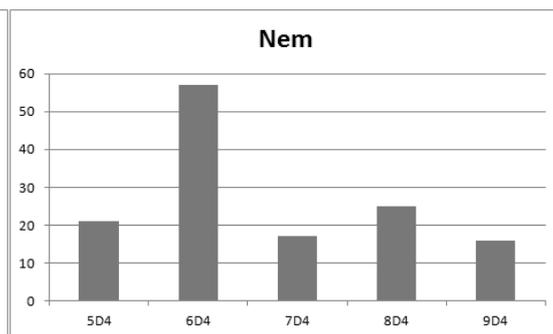


그림 31. D4 정점 Nem 월별 개체수 변화

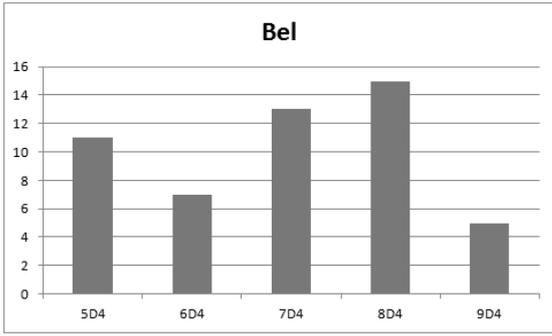


그림 32. D4 정점 Bel 월별 개체수 변화

표 19 [D4] 정점 월별 종 개체수 변화(ind/3m²)

	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
5D4	187	118	61	11	0	0	0	0	0	166	90	21
6D4	436	109	2	7	0	0	0	0	0	20	31	57
7D4	226	150	42	13	0	0	0	1	2	8	268	17
8D4	301	154	64	15	0	0	0	0	3	14	167	25
9D4	226	150	114	5	0	0	0	0	0	33	195	16

3.3.3. 남쪽 정점(D1, D2)와 북쪽 정점(D3, D4)의 월별 출현종과 개체수 변화

콩게의 정점별. 월별 개체수 변화는 5월부터 9월까지 증가하는 경향을 보이며 남쪽 정점(D1, D2)과 북쪽 정점(D3, D4)의 차이는 뚜렷하게 나타나지 않는다. 6월 북쪽 정점에서 콩게 출현개체수가 증가하였고, 9월에는 남쪽 정점에서 출현개체수가 증가하였다. 정점 평균 개체수는 208.80~275.20이다.

세스랑게의 정점별. 월별 개체수 변화는 5월부터 9월까지 개체수가 증가하고 있다. 남쪽 정점(D1, D2)에 비해 북쪽 정점(D3, D4)에서 출현 개체수가 많이 나타나고 있다.

칠게의 정점별. 월별 개체수 변화는 남쪽 정점(D1, D2)과 비해 북쪽 정점(D3, D4)에서 뚜렷하게 지역을 비교할 만한 개체수 변화는 보이지 않는다.

두토막눈썹참갯지렁이의 정점별. 월별 개체수 변화는 모든 지역에서 5월에 개체수 출현이 많았다. 남쪽 정점(D1, D2)과 북쪽 정점(D3, D4)을 비교하면 5월을 제

외하고 6월~9월까지 남쪽 정점에서 북쪽 정점에 비해 두토막눈썹참갯지렁이의 출현 개체수가 많았다.

버들갯지렁이의 정점별, 월별 개체수 변화는 5월부터 9월까지 모든 조사 시기에 북쪽 지역이 남쪽 지역에 비해 버들갯지렁이의 출현 개체수가 많았으며 특히 북쪽 지역의 D4 정점에서 출현 개체수가 많았다. 버들갯지렁이와 두토막눈썹참갯지렁이의 출현 정점을 비교하면 버들갯지렁이는 북쪽 지역에서 두토막눈썹참갯지렁이는 남쪽 지역에서 우세하게 출현하고 있다.

유형동물의 정점별, 월별 개체수 변화는 5월부터 9월까지 모든 조사 시기에 북쪽 지역이 남쪽 지역에 비해 유형동물의 출현 개체수가 많았으며 특히 북쪽 지역의 D4 정점에서 출현 개체수가 많았다. 이는 버들갯지렁이 개체수 분포와 유사한 경향을 보이고 있다.

그 외 방계의 정점별, 월별 개체수 변화는 남쪽지역인 D1에서 5월과 9월에 1~5개체가 출현한 것에 비해 북쪽지역은 D3, D4 모두 5월부터 9월까지 모든 조사시기에 3~15 개체가 출현하였다.

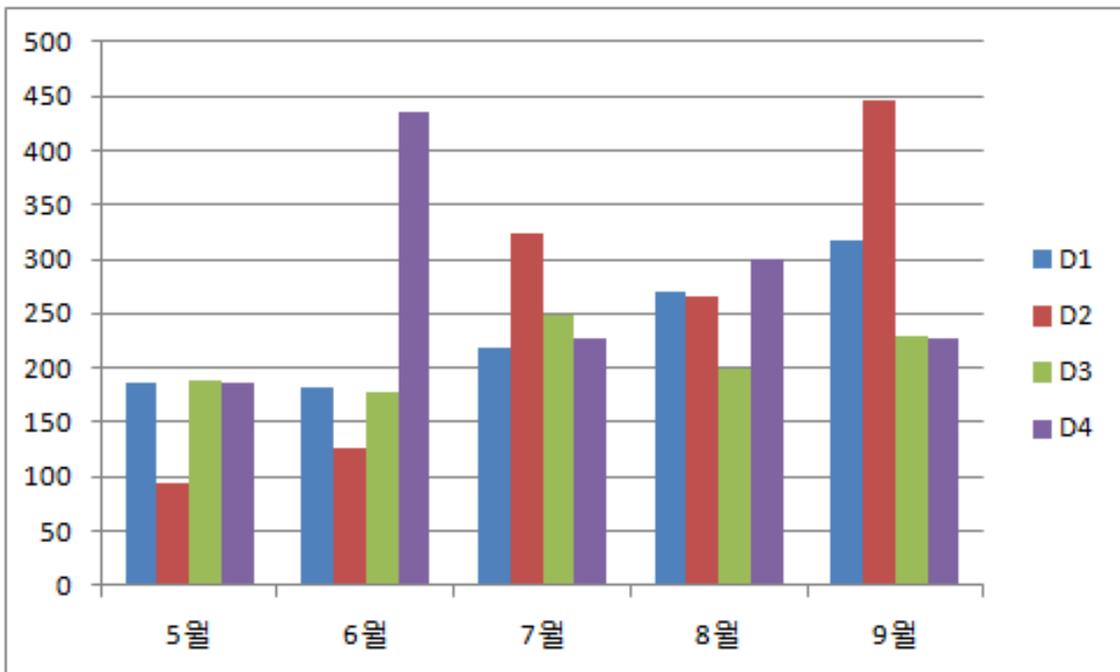


그림 33 <공계>의 정점별, 월별 개체수 변화(ind/3m²)

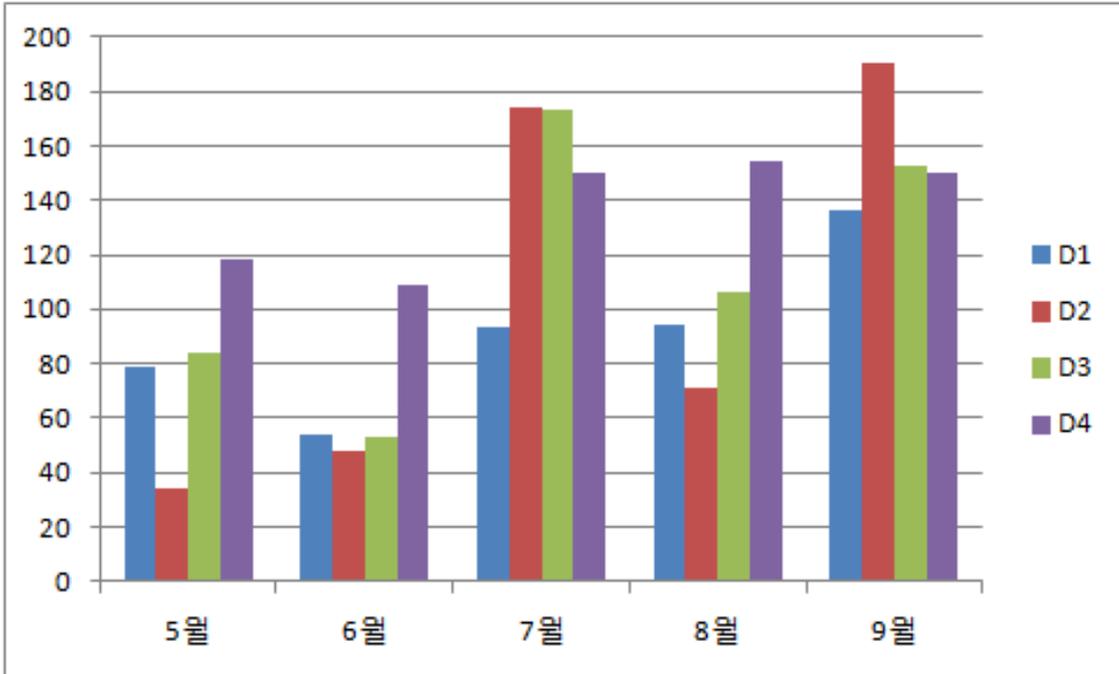


그림 34 <세스랑계>의 정점별. 월별 개체수 변화(ind/3m³)

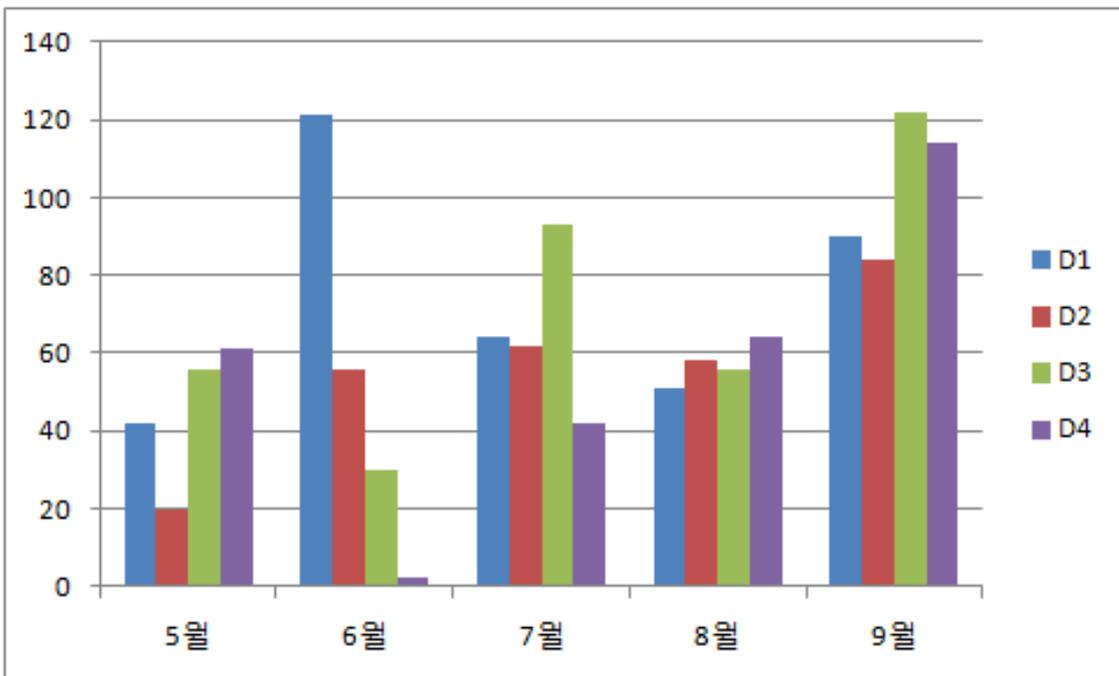


그림 35 <칠계>의 정점별. 월별 개체수 변화(ind/3m³)

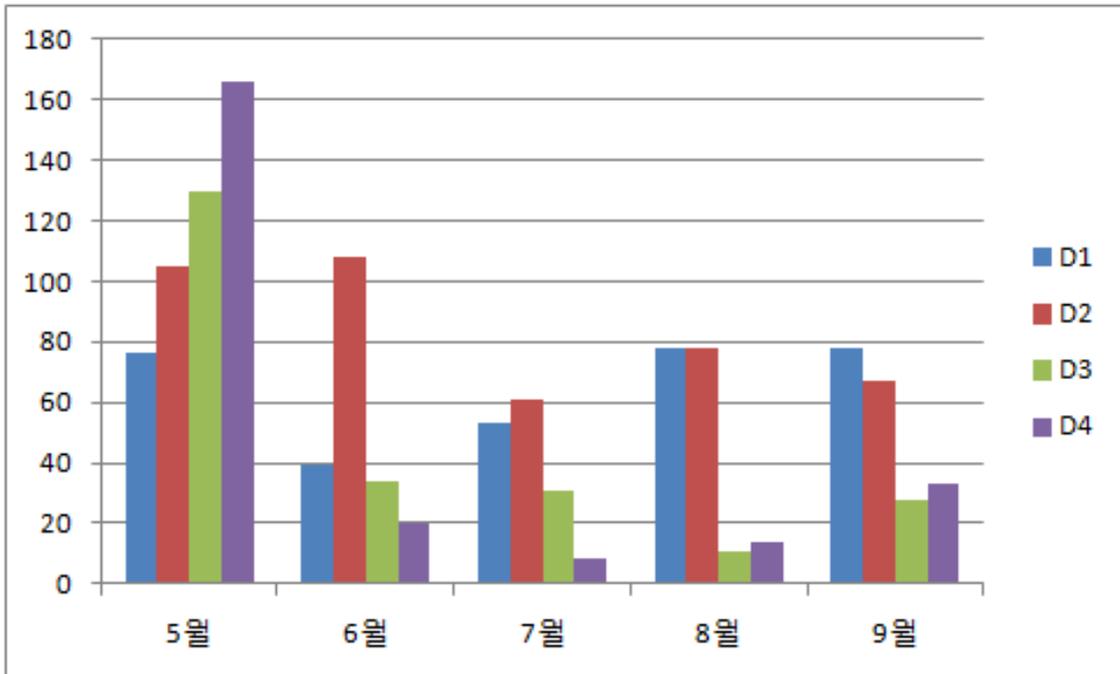


그림 36 <두토막눈썹참갯지렁이>의 정점별. 월별 개체수 변화(ind/3m³)

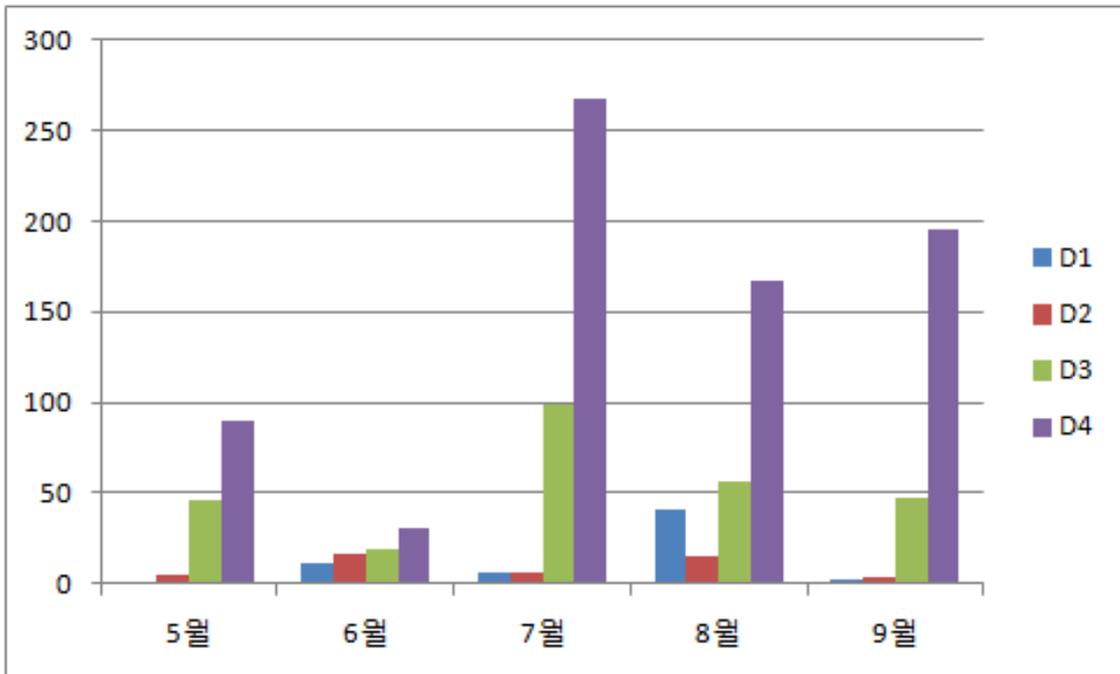


그림 37 <버들갯지렁이>의 정점별. 월별 개체수 변화(ind/3m³)

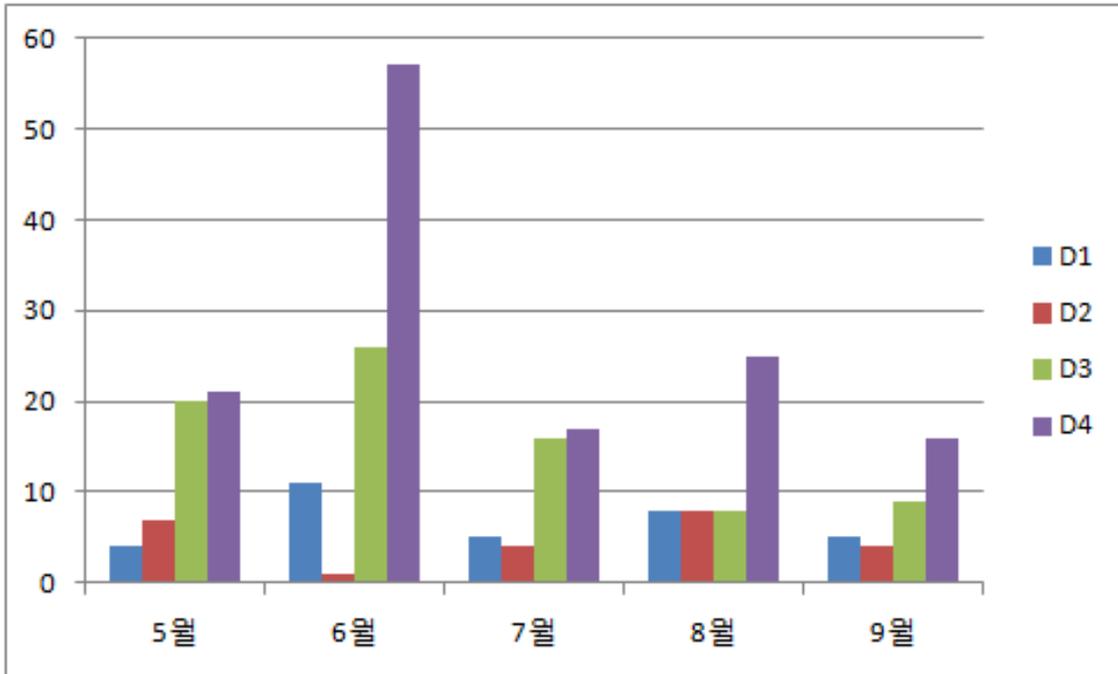


그림 38 <유형동물>의 정점별. 월별 개체수 변화(ind/3m²)

3.3.4. 우점종

우점종은 모든 지역의 출현 개체수를 종합하여 출현 개체수(백분율) 순으로 우점종을 정하였다. 조사 지역의 퇴적구조가 단순하여 다양한 종 출현이 없어 출현종 모두에 대하여 순위를 정하였다. 개체수는 조사 범위 모두를 계수하여 (ind/3m²)로 계산하였다.

5월 총개체수 1,839(ind/3m²)이며 이 중 콩게가 656(ind/3m²), 35.7%로 가장 많이 출현하였으며 두토막눈썹참갯지렁이 477(ind/3m²) 25.9%, 세스랑게 315(ind/3m²) 17.1%, 칠게 179(ind/3m²) 9.7%, 버들갯지렁이 142(ind/3m²) 7.7%, 유형동물 52(ind/3m²) 2.8% 순이며 기타 방게와 갈색새알조개가 출현하였다.

표 20 <5월> 우점종

	Ily	Prn	Cle	Maj	Het	Nem	Bel	Gla	Alp	Nas	Cyc	Ass	
1	187	76	79	42	1	4	1	0	0	0	0	0	
2	93	105	34	20	5	7	0	3	0	0	0	0	
3	189	130	84	56	46	20	3	0	0	0	0	0	
4	187	166	118	61	90	21	11	0	0	0	0	0	
계	656	477	315	179	142	52	15	3	0	0	0	0	1,839
%	35.7	25.9	17.1	9.7	7.7	2.8							

6월 총개체수 1,791(ind/3m²)이며 이 중 콩게가 921(ind/3m²), 51.4%로 가장 많이 출현하였으며 세스랑게 264(ind/3m²) 14.7% , 칠게 209(ind/3m²) 11.7%, 두토막눈썸참갯지렁이 201(ind/3m²) 11.2%, 유형동물 95(ind/ 3m²) 5.3%, 버들갯지렁이 77(ind/3m²) 4.3% 순이며 기타 갈색새알조개, 방게, 딱총새우가 출현하였다.

표 21 <6월> 우점종

	Ily	Cle	Maj	Prn	Nem	Het	Gla	Bel	Alp	Nas	Cyc	Ass	
1	182	54	121	39	11	11	0	0	0	0	0	0	
2	126	48	56	108	1	16	12	0	0	0	0	0	
3	177	53	30	34	26	19	0	4	1	0	0	0	
4	436	109	2	20	57	31	0	7	0	0	0	0	
계	921	264	209	201	95	77	12	11	1	0	0	0	1,791
%	51.4	14.7	11.7	11.2	5.3	4.3							

7월 총개체수 2,477(ind/3m²)이며 이 중 콩게가 1,017(ind/3m²), 41.1%로 가장 많이 출현하였으며 세스랑게 590(ind/3m²) 23.8% , 버들갯지렁이 379(ind/3m²) 16.0%, 칠게 261(ind/3m²) 10.5%, 두토막눈썸참갯지렁이 153(ind/3m²) 6.2%, 유형동물 42(ind/ 3m²) 0.9%, 순이며 기타 갈색새알조개, 방게, 딱총새우가 출현하였다.

표 22 <7월> 우점종

	Ily	Cle	Het	Maj	Prn	Nem	Bel	Ass	Gla	Alp	Nas	Cyc	
1	219	93	6	64	53	5	0	0	3	1	0	0	
2	323	174	6	62	61	4	0	0	0	0	0	0	
3	249	173	99	93	31	16	5	9	0	0	1	0	
4	226	150	268	42	8	17	13	2	1	0	0	0	
계	1,017	590	379	261	153	42	18	11	4	1	1	0	2,477
%	41.1	23.8	16.0	10.5	6.2	0.9							

8월 총개체수 2,233(ind/3m²)이며 이 중 콩게가 1,036(ind/3m²), 46.4%로 가장 많이 출현하였으며 세스랑게 425(ind/3m²) 19.0% , 버들갯지렁이 280(ind/3m²) 12.5%, 칠게 229(ind/3m²) 10.3%, 두토막눈썸참갯지렁이 181(ind/3m²) 8.1%, 유형동물 49(ind/ 3m²) 2.2%, 순이며 기타 방게, 갈색새알조개, 기수우렁이가 출현하였다.

표 23 <8월> 우점종

	Ily	Cle	Het	Maj	Prn	Nem	Bel	Gla	Ass	Alp	Nas	Cyc	
1	271	94	41	51	78	8	0	0	0	0	0	0	
2	265	71	15	58	78	8	0	4	0	0	0	0	
3	199	106	57	56	11	8	7	2	2	0	0	0	
4	301	154	167	64	14	25	15	0	3	0	0	0	
계	1,036	425	280	229	181	49	22	6	5	0	0	0	2,233
%	46.4	19.0	12.5	10.3	8.1	2.2							

9월 총개체수 2,773(ind/3m²)이며 이 중 콩게가 1,219(ind/3m²), 44.0%로 가장 많이 출현하였으며 세스랑게 629(ind/3m²) 22.7% , 칠게 410(ind/3m²) 14.8%, 버들갯지렁이 248(ind/3m²) 8.9%, 두토막눈썸참갯지렁이 206(ind/3m²) 7.4%, 유형동물 34(ind/ 3m²) 1.2%, 순이며 기타 방게, 가무락, 기수우렁이가 출현하였다.

표 24 <9월> 우점종

	Ily	Cle	Maj	Het	Prn	Nem	Bel	Cyc	Ass	Alp	Nas	Gla	
1	318	136	90	2	78	5	5	0	0	0	0	0	
2	445	190	84	3	67	4	0	0	1	0	0	0	
3	230	153	122	48	28	9	15	1	0	0	0	0	
4	226	150	114	195	33	16	5	0	0	0	0	0	
계	1,219	629	410	248	206	34	25	1	1	0	0	0	2,773
%	44.0	22.7	14.8	8.9	7.4	1.2							

조사지역 전체(정점, 시기) 총개체수 11,113(ind/3m²)이며 이 중 콩게가 4,849(ind/3m²), 43.6%로 가장 많이 출현하였으며 세스랑게 2,223(ind/3m²) 20.0%, 칠게 1,288(ind/3m²) 11.6%, 두토막눈썸참갯지렁이 1,218(ind/3m²) 11.0%, 버들갯지렁이 1,126(ind/3m²) 10.1%, 유형동물 272(ind/ 3m²) 2.4%, 순이며 기타 방게, 갈색새알조개, 기수우렁이, 딱총새우, 좁쌀무늬고둥, 가무락이 출현하였다.

표 25 조사지역 우점종

	Ily	Cle	Maj	Prn	Het	Nem	Bel	Gla	Ass	Alp	Nas	Cyc	
5월	656	315	179	477	142	52	15	3					1,839
6월	921	264	209	201	77	95	11	12		1			1,791
7월	1,017	590	261	153	379	42	18	4	11	1	1		2,477
8월	1,036	425	229	181	280	49	22	6	5				2,233
9월	1,219	629	410	206	248	34	25		1			1	2,773
계	4,849	2,223	1,288	1,218	1,126	272	91	25	17	2	1	1	11,113
%	43.6	20.0	11.6	11.0	10.1	2.4	0.8						

II 장. 갯벌 복원지역 조사

1. 서론

연안은 육지와 바다의 중간에 위치하며 에너지와 물질의 순환과정에서 중요한 역할을 한다. 그리고 생물 생산력이 높고, 오염 정화기능 또한 뛰어나며 생물 서식지 가치, 수산물 생산 기초 생물 제공, 자연 경관의 우수성을 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 자연 환경 훼손이 가장 우려된 곳이며, 간척 등 개발 압력에 쉽게 노출되는 곳이다.

갯벌을 비롯한 연안의 생물 서식지 기능, 수질 정화, 홍수 조절, 수산물 생산 등 지구 생태계에서 매우 중요한 곳임에도 불구하고 조선업의 발달로 인한 항만 시설 건설, 농경지와 산업 단지 조성을 위한 무분별한 매립과 개발 행위가 이루어져 왔으며, 현재도 진행 중이다. 그러나 이미 간척과 매립이 이루어진 축제식 양식장, 염전, 작은 섬을 연결하는 연륙교 등은 그 기능을 상실하여 이용을 못하고 있다. 또한 기후 변화로 인한 강수량 부족으로 벼농사를 중심으로 하는 간척지 이용에도 문제가 발생할 가능성이 높아지고 있다.

갯벌의 보존과 이용에 따른 가치는 수산물생산기능의 가치, 어류서식지기능의 가치, 정화기능의 가치, 지속가능한 이용가치 등을 분석한 결과 갯벌의 생산성이 농지의 생산성보다 3.3배 높다(국토해양부, 2009).

따라서 갯벌의 개발에 치중한 경제성장 정책은 수정되어야 한다. 갯벌의 매립이 산업화, 도시화, 식량자급을 목적으로 해왔으나 향후의 정책은 환경 보전과 훼손된 갯벌의 복원을 중심으로 하는 정책으로 전환해야 할 것이다.

갯벌은 수심이 얕고 조석 주기로 인한 노출되는 시간이 길고, 매입 단가가 필요 없는 공유수면이라는 이유로 적은 비용으로 토지를 확보할 수 있는 장점이 있어 많은 매립이 이루어져 왔다. 그러나 매립이 이루어진 일부 지역에서는 환경 문제가 발생하여 훼손된 갯벌에 대한 복원 필요성이 제기되었고 실제 2009년부터 순천시(폐염전, 1.25km², 염습지 복원), 고창군(폐양식장, 0.79km², 염습지복원 및 생태계 기능개선), 사천시(송도~비토 본섬간 연륙도로, 0.56km², 연륙도로의 교량화 후 해수유

통) 등 3곳의 갯벌 복원 사업을 완료하였다.

2009년 갯벌 복원 시범 사업에 이어 2015년부터 강화군 동검도 연륙도로 교량화 복원 사업 등 17개 사업이 진행될 예정이다. 특히 강화군 연륙교 교량화복원 사업은 2009년에 시범 실시한 사천시 연륙도로의 교량화 복원 사업과 동일한 사업이다.

이에 ‘생태광장’에서는 연륙도로 교량화 복원 사업 이전에 복원 예정지역에 대한 갯벌 모니터링과 함께 사천시 현장을 방문하여 ‘갯벌복원에 대한 추진계획 수립’, ‘시범사업을 시행하여 지역 일자리 창출 및 지역경제 활성화 도모’라는 갯벌 복원 목표 달성 여부를 조사하고, 강화 동검도 교량화 복원 사업에 정책 제안을 하고자 한다.

2. 갯벌복원

2.1 복원 개념

생태계 복원의 개념은 서식처의 자연 재생, 연안 복원, 생태계의 보전 등 분야별로 다양하게 쓰이고 있으며, 용어의 뜻에 따라 목표 자체가 달리 해석될 수도 있기 때문에 매우 중요한 의미가 있다. 복원(restoration)의 개념에 대하여, 학자들 간에 많은 견해가 있지만 대체로 복원이란 같은 장소 내에서 역사적으로 존재했던 유형의 서식처로서 그 구조와 기능이 동일한 수준으로 되돌리는 것으로 정의 할 수 있다.

복원 공간은 너무 좁은 의미에 국한하여 과거에 습지였으나 제방 설치로 인해 과거에 갯벌상부에 존재했던 염습지 식생대만을 복원 대상으로 하는 것 보다 염습지 식생대 이하의 대규모로 훼손된 대부분의 습지지역, 즉 펄, 모래 기질의 갯벌 등 이미 도시, 대규모 산업단지, 농경지 그리고 공항 등 비가역적인 공간까지 포함되어야 할 것이다. 넓은 의미의 복원개념과 복원 공간에 대한 설정이 필요하다.

2.2 갯벌 훼손 사례

2.2.1. 하구둑으로 인한 훼손

우리나라 갯벌 훼손은 하구둑 공사, 대규모 매립, 연안 개발 및 이용에 의해 이루어진다. 하구둑은 하구역의 필요한 수자원을 확보하고, 홍수 범람을 줄이며, 하구에 발달한 간석지를 개발하기 위한 목적으로 건설되었다(한국시설관리공단, 2003). 하구둑 건설에 따른 문제점은 인위적 구조물에 의해 생태계 및 환경 변화 가능성, 갯벌과 연안 어업 소멸로 인한 경제적 손실, 상류에서 유입된 세립질 퇴적물 입자의 하구둑 주변 퇴적으로 퇴적물내의 유기물에 의한 저질 환경 악화, 상류로부터 강하구 갯벌로 유입되어 형성되던 갯벌에 퇴적물 공급 중단으로 인한 갯벌 생태계 변화 등이 있다. 우리나라에는 금강 하구둑(1990년), 영산강 하구둑(1981년), 낙동강 하구둑(1987년)이 대표적인 예이다.

2.2.2. 매립 사업으로 인한 훼손

매립과 간척은 갯벌의 주요 훼손 요인으로 1200년대인 고려시대에 식량 확보를 위한 강화도 간척으로부터 시작되었다. 그 후 본격적인 간척은 일제시대에 이루어졌고, 해방 이후에는 1960년대까지는 소규모 농지조성이 주된 목적이었으나, 1970년대 이후 산업용지, 용수확보 등 다목적형 대규모 간척사업이 진행되었다. 특히 1991년에 시작하여 2020년에 완공 예정인 40,100ha(여의도 면적 140배) 면적을 간척한 새만금 사업을 비롯한 시화호, 인천공항 간척사업, 인천 송도 신도시 건설 등이 있다. 대단위 간척사업은 해안의 다양한 생물들의 서식지 파괴, 해안 지형과 환경 변화, 주변의 자연 환경과 주민들의 삶을 변화시키는 등 많은 자연 생태계와 인간의 삶에 많은 영향을 주고 있다.

2.2.3. 연안 개발 및 이용으로 인한 훼손

매립과 간척은 물에 잠겨 있거나 흐르는 지역을 대상으로 토사를 투석하거나, 준설토를 이용하여 육지를 확보하는 공사로 해안선 변화는 불가피하다. 이에 따라 리

아스식 해안이 매립되면 해안선 길이가 짧아지며 이는 해수와 만나는 면적의 감소로 이어진다.

우리나라 해안선 길이가 모두 14,963km 중 34.0%인 5,086km가 인공 해안선으로 조사되었다(국립해양조사원, 2015). 인공해안선은 육지와 바다의 생태계 단절, 연계성을 약화시키는 등 갯벌 건강성을 떨어뜨려 주변 생태계의 생물다양성에도 영향을 미칠 수 있다. 또한 갯벌과 육지를 이동하는 생물들은 Road kill 등에 노출될 수 있다. 리아스식 해안의 중요한 만이 사라짐으로써 바지락 양식장의 소멸 등 양식장의 피해로 어민들의 경제적 피해를 유발하기도 한다. 이는 정부 정책의 변화를 가져오게 되어 ‘잡는 어업’에서 ‘기르는 어업’으로 정책이 변화로 공유수면을 막는 축제식 양식장 등 면허 남발로 해양생태계 훼손을 가중시킬 수 있다. 한편 섬이 많은 지역에서는 섬과 섬을 연륙하여 생활의 편리함은 얻었지만 자연스러운 해수 유통을 교란시키는 결과를 가져왔다. 해수 유통이 교란됨에 따라 퇴적량이 늘어 선착장 폐쇄, 어패류 폐사 등 환경 훼손은 물론 주민들의 삶의 질에도 영향을 주었다.

2.3. 연륙도로

2.3.1. 연륙도로의 이용

연륙도로는 조차가 크고 섬이 많은 서남해안에서 주로 1980년대 축조되었다. 비교적 짧은 거리를 연결하여 만들었으므로 사석이나 토사를 이용하여 섬과 섬을 연결하는 인도교 형태로 만들었다. 당시 경제사정상 콘크리트를 이용한 교량 건설보다는 경제적으로 이익이 있고 지역 주민들의 인력으로 가능한 사업이었기에 선호한 축조형태였다. 강화도는 1985년 강화 본섬과 황산도, 강화 본섬과 동검도를 연결하는 연륙도로(350m)가 축조되었으며 황산도의 경우 2개의 연륙도로를 축조하여 중간 부분은 현재 양식장으로 사용하고 있다.

2.3.2. 문제점

연륙도륙의 문제점은 해수 유통을 방해하거나 단절시켜 해역 수질을 악화시키는 것으로 사천시 비토섬 연륙교 복원 사업도 수질 악화로 인한 악취 발생이 원인이 되었다. 연륙도로는 해수 유통이 단절되어 유속이 감소되고 주변 표층 퇴적물이 세립화되며 침식보다는 퇴적량이 증가하여 갯벌의 높이가 높아진다. 동검도의 경우 과거 선착장으로 사용하던 포구가 퇴적물 증가로 사용불가 상태로 변화하였다. 흐름이 정체되는 해역은 세립질 퇴적물이 급격히 퇴적되며, 세립질 퇴적물에 포함된 유기물질의 분해 속도가 느려지게 된다. 그 결과 해역 수질이 나빠지고, 저층에 서식하던 저서생물 종이 급격히 감소하거나 오염지표 종이 우점하게 된다. 또한 해수 침수 시간이 짧아지면서 염생식물이 침투하여 생태계의 변화를 가져 올 수 있다.

3. 조사 내용 및 방법

조사 내용은 첫째, 동검도 갯벌 복원 예정지의 퇴적물 조사, 중금속 조사, 대형저서생물 조사 등 생물 모니터링을 실시하였다. 두 번째는 연륙교 교량화 복원 사업이 이루어진 사천시 비토섬을 방문하여 갯벌 복원 목표 달성 여부에 대한 설문조사를 실시하였다.

3.1. 조사 대상 및 기간

본 장의 조사는 사천시 비토섬을 방문이며 조사 대상은 경남 사천시 담당 공무원과 비토섬 지역 주민으로 하였다. 기간은 2015년 8월 12일(수)~14일(금) 2박 3일간 실시하였다.

3.2. 조사 내용 및 방법

3.2.1. 설문지 구성

설문지는 국토해양부(2009)가 발표한 ‘갯벌복원 추진계획’에서 제시한 갯벌생태계의 존재가치를 보전함과 동시에 산업적·경제적으로 이용이 가능하도록 갯벌의 미래 자원화와 갯벌복원이라는 녹색뉴딜사업의 개발을 통한 일자리 창출과 미래 신성장동력 발굴 목표 달성 여부를 확인 할 수 있도록 설문지를 구성하였다.

설문지는 총 4개의 주제로 구성하였고, 주제는 1. 지역주민의 복원 필요성 인식, 2. 갯벌 생물 복원력, 3. 일자리 창출과 지역경제 활성화, 4. 갯벌 생태체험 관광을 활성화로 하였다.

조사 방법은 공무원 및 지역 주민 1:1 면담 형식으로 하였으며, 설문조사자가 설문지를 읽어주고 필요한 자료를 제시한 후 설문 응답자가 구술하는 방식을 취하였다. 설문 조사자는 설문 응답자의 구술 내용을 정리한 후 다시 읽어주고 확인하도록 하였다.

조사 대상 숫자는 12명으로 동네 규모가 작고, 설문 내용에 대한 답변이 공통적으로 중복되는 것이 있어 마을 이장, 어촌계장 등 지도자급 인사와 지역 주민 그리고 지역 시민활동가 등으로 하였다.

3.2.2. 자료처리방법

총 12장의 설문 조사 결과를 조사자 모듬별로 요약 정리 한 후 중복되는 내용과 중복되지 않은 내용을 검토하여 객관성이 떨어지는 내용은 제거하고 서술식으로 작성하였다. 설문 조사 전에 갯벌 복원과 관련된 내용을 숙지하고, 현장 답사를 통해 일반적인 내용은 확인한 상태로 설문을 실시하였다.

4. 조사 결과

4.1. 조사대상자의 일반적 특성

조사 대상자(설문 응답자)는 사천시청 담당 공무원 2인, 현 마을이장 1인, 전 마을이장 1인, 현 어촌계장 1인, 전 어촌계장 1인, 지역 주민 5명, 시민활동가 1인이 참가 하였다.

이해관계에 따라 5개의 그룹으로 분류 가능하나 같은 그룹내에서도 미묘한 설문 조사 내용에 대한 미묘한 차이가 있었다. 그러나 전반적으로 공무원의 경우 사업 내용과 예산 편성 그리고 생태관광 등 사업 결과에 대한 평가 위주의 관점에서 설문에 응하였다. 마을 이장이나 어촌계장의 경우 비교적 객관적으로 갯벌복원 과정과 결과를 이해하고 마을 발전에 도움이 될 수 있는 방안을 연구하고 실천하려는 노력을 보이고 있었다. 마을 주민들은 각자 처한 환경에 따라 지엽적인 부분에 대한 불평과 관에서의 민원에 대한 요구를 들어 주기를 희망하고 있었다.

전반적으로 갯벌 복원에는 긍정적이었으며, 생태관광 자원보다는 수산물 자원이 풍부하였다. 따라서 지역 주민들은 생태관광에 의존하는 경제활성화보다 주변(진주 남강) 환경 변화로 인한 지역 어민들의 피해에 대한 관심이 높았다.

4.2. 조사 결과 분석

4.2.1. 사천시청 담당 공무원 대상 설문조사 결과

Q1. 갯벌복원을 위한 비토섬 연륙교 교량화 작업 요청은 사천시에서 먼저 신청하였는지?

▶ 2006년 4월 주민들의 자발적 요청에 의하여 사업이 시작되었음.

Q2. 신청 이유(목적) 또는 갯벌 복원으로 얻을 이익은?

▶ 주민 입장 : 갯벌 기능 악화로 갯벌이 부패되어 악취 발생.

▶ 중앙정부와 기초단체 입장 : 갯벌복원을 통한 가치 증대(경제적 이익), 갯벌기능 회복으로 연안생태계 보전에 기여, 지역의 새로운 일자리 창출 가능, 생태관광지로 조성을 통한 지역경제 활성화, 기대

Q3. 비토섬 연륙교 공사 이후 갯벌의 기능은 훼손 또는 개량 여부는?

Q4. 비토섬 연륙교 공사 이후 퇴적상, 저서생물 종 및 개체수 변화, 조개의 종 및 개체수 변화 등 갯벌의 변화는?

▶ 사천시청 입장에서는 2016년 비토 갯벌 복원사업 사후 모니터링이 예정되어 있음

▶ 따라서 2016년 사후 모니터링 결과와 .2009년 사전 모니터링 내용을 비교해야 갯벌 기능 회복에 대한 답을 할 수 있음

Q5. 갯벌복원을 위한 비토섬 연륙교 교량화 작업 이후 관광객 증가는 있었는지? 있었다면 어느 정도인지?

Q6. 펜션 등 관광 관련 시설의 증가는?

Q7. 지역 경제에 미치는 영향(관광수입, 수산물 증가 등)은?

Q8. 복원사업을 통해 지역의 새로운 일자리는 창출되었는지? 그 종류는?

Q9. 생태관광지로 조성할 경우 지역경제 활성화 목적은 달성되었는지?

▶ 관광객 증감, 펜션 등 관광시설 증감, 지역경제에 미치는 영향 등의 통계 자료는 없음

▶ 다만 현재 생태관광 활성화 목적으로 해상낙시공원을 조성하였으나 지역 어촌계 등 주민들과 의견이 충돌하여 개장이 지연되고 있음. 해상낙시공원이 개장될 경우 관광객 증가, 일자리 창출, 지역경제 활성화는 이루어 질 것으로 기대.

Q10. 복원사업 추진 단계에서 문제점은?

▶ 주민들의 자발적으로 요청한 사업으로 사천시에서는 적극적으로 도와줌

▶ 2009년 중앙정부의 갯벌복원사업 시범사업으로 선정되어 복원사업은 원활하게 진행됨.

Q11. 갯벌복원사업은 장기간 소요되는 사업이므로 지역 NGO, 연구기관 등을 활용, 지속적인 모니터링은 실시되고 있는지?

▶ 용역을 통한 2009년 사전 모니터링을 실시하였고, 2016년 사후 모니터링 실시 예정.

▶ NGO와는 모니터링 관련 협의 없음.

Q12. 미국, 독일, 네덜란드, 일본 등 선진국의 해외 전문가와 교류를 통해 갯벌복원의 경험을 공유할 필요에 따른 워크숍·심포지움 개최 및 갯벌 공동조사 등 공동협력 사업을 추진하고, 전문가간의 교류 협력사업은 하고 있는지?

- ▶ 갯벌복원 선진국과의 교류는 사천시청 단독으로 추진하기에는 무리가 있음.
- ▶ 따라서 워크숍·심포지움 등 교류협력 사업은 중앙정부의 의지에 따라 실시 가능할 것으로 판단됨.

Q13. 복원유형이 다양한 지역별 갯벌복원사업을 지원할 수 있는 특성화된 기술개발은 무엇인지?

- ▶ 사업 공정이 중앙정부에 의해 진행되어 사업 기술에 대한 사천시청의 정보는 없음.

4.2.2. 비토섬 지역 주민 대상 설문조사 결과

주제 1 : 지역주민의 복원 필요성 인식

경남 사천시 비토섬 연륙도로 복원 사업은 지역 주민들이 수차례 복원을 건의해오다 2009년 당시 국토해양부(현 해양수산부) 갯벌복원 사업 시범지역으로 비토섬 독길이 선정되면서 독을 텃다.

Q1. 지역주민의 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 갯벌 복원 필요성과 복원 목적은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 생물다양성 회복(어류·철새 서식처 제공, 생물 수 증가)
- ② 갯벌 가치 및 기능 복원(오염방지, 자연재해 예방 및 기후변화 조절)
- ③ 생태관광지 조성을 통한 생태관광 활성화
- ④ 포구 기능 복원, 수산물 생산량 증가, 조개 복원 등 지역 경제 활성화
- ⑤ 기타 :

- ▶ 5개항의 답변 가운데 ④항에 대한 답변이 가장 많았으며, 어민이 아닌 지역 NGO의 경우 ①, ②, ③ 항에 대한 의견이 우세하였음. ①, ②, ③, ④항이 우선 순위를 매기거나 서로 다른 목적이 아닌 공통적인 내용을 가지고 있어 답변이 용이

하지는 않았으나 답변자의 위치에 따라 느끼는 감각이 미세하게 차이가 있음.

- ▶ 거북다리 갯벌 복원 요청은 지역주민의 자발적 의사였음.
- ▶ 복원 요청 이유는 거북다리 동쪽 갯벌이 장기간 해수유통 단절로 갯벌 기능 상실은 물론 갯벌의 부영양화에 따른 갯벌 부패로 악취 발생
- ▶ 거북다리 갯벌 복원전에 갯벌 기능 복원을 위하여 갯지렁이를 이용하려하였으나 갯지렁이가 서식에 성공하지 못하여 실패함.

Q2. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 을 위하여 지역 주민과 사천시청 협조는 어느 정도였습니까?

- ▶ 주민요청 사업과 당위성에 대한 이해로 사천시와 지역주민과의 갈등 관계는 없었음.
- ▶ 다만 복원 사업 과정에 주민이 참여할 기회는 제공되지 못함.
- ▶ 거북다리 갯벌복원관련 주민 설명회는 2회 있었음
- ▶ 갯벌 복원을 위한 ‘지역전문가 자문회의’를 구성여부는 알 수 없으며 참여한 적도 없었음.

Q3. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 과 유사한 형태로 갯벌 복원이 이루어진 다른 지역(국. 내외) 현장을 방문해 본 경험이 있으십니까?

- ▶ 응답자 모두가 비토 갯벌복원사업이 우리나라 최초 사업으로 알고 있었음.
- ▶ 따라서 거북다리 갯벌복원 사업 전에 국내에 갯벌 복원 사업이 있었는지는 알 수 없었고(시화도 생태공원, 을숙도 환경 교육장 및 생태관광지 조성), 그런 지역을 방문한 적도 없었음.
- ▶ 사천시로부터 현장방문 요청도 없었음.

주제 2. 갯벌 생물 복원

연안개발로 인한 갯벌생태계 파괴와 생물종 감소 심각

- 국제적으로는 지난 50년간 지구생물종의 10%가 멸종, 우리나라에서는 최근 10년간 어업생산량 약 35% 감소
- 갯벌매립과 단위 노력당 어획량, 어패류 생산량은 반비례

Q1. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 전 연륙도로 주변 어패류 생산은 어느 정도였습니까?(종류와 양)

Q2. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 전 연륙도로 주변 어패류 생산으로 얻는 수입은 어느 정도였습니까?

Q3. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 후 연륙도로 주변 어패류 생산량은 어느 정도 복원 되었는지요?

Q4. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 후 연륙도로 주변 어패류 생산량으로 얻는 수입은 어느 정도 복원되었는지요?

- ▶ 주제 2에 대한 지역주민들은 정확한 통계를 가지고 있지 않음. 따라서 구체적 수치를 제공하기는 어려우나 체감하고 있는 변화 내용을 서술하였음.
- ▶ 갯벌 및 바다에서 얻는 주 소득원은 굴과 바지락임
- ▶ 갯벌 복원 사업 이후 해수 유통이 잘되고 있으며 굴 및 바지락 양식이 복원전보다 생산량이 증가함. 더불어 고등, 개불, 낙지, 해삼, 문어, 돌게 생산량도 증가함.
- ▶ 전어 잡이를 비롯한 어민들 수입은 평균 2억원 정도로 추정하고 있음.
- ▶ 전업 어민이 아닌 주민 중 일부는 전어철에만 작은 배를 이용하여 년 5,000만원 이상 소득이 있을 것으로 추정 됨
- ▶ 거북다리 갯벌 복원 후 굴과 바지락 생산량이 증가하고 있음. 바지락 생산량 증가는 복원 결과와 관계가 있어 보이지만 굴 생산량 증가와 복원과는 상관관계가 없다는 의견도 있었음.
- ▶ 2002년 태풍 루사, 2007년 태풍 나리 등으로 진주 남강물을 사천만으로 방출하여 바지락, 굴, 피조개 등 양식장이 대량 폐사 하는 사건이 있었음. 이에 따라 4대강 사업 후 ‘남강댐 용수공급 증대사업’이 추진되고 있어 사천만으로 인위적인 방류가 있는 사천만 황폐화에 우려하고 있음.

주제 3. 일자리 창출과 지역경제 활성화

2009년 정부는 갯벌복원 추진 계획을 수립하면서 녹색 성장산업으로서의 갯벌복원사업은 폐염전·폐양식장 등을 갯벌로 복원하거나 연륙도로를 교량화하여 해수유통을 촉진하는 사업으로, 복원사업을 통해 지역의 새로운 일자리 창출 가능(우선복원지에 809억원을 투자하고 1,350명 일자리 창출 예상)과 최근 갯벌이 생태탐방지로서 각광받고 있어 복원지역을 생태관광지로 조성할 경우 지역경제 활성화 기대(순천만의 경우 생태탐방객 증가로 연 1,000억원의 경제효과와 숙박·음식점업을 제외하고 연 700여명 고용창출 효과 창출)하고 있습니다.

Q1. 지역 일자리 창출 관련하여 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 공사 중 어떤 일자리가 생겼습니까?(숙박·음식점업 제외)

Q2. 지역 일자리 창출 관련하여 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 공사 완료 후 어떤 일자리가 생겼습니까?(숙박·음식점업 제외)

Q3. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 공사 완료 후 비토섬에 생태관광객 수는 어느 정도 증가하였습니까?

- ▶ 공사 중 어떤 일자리 창출은 없었음. 대규모 토목공사로 지역 주민의 노동력이 필요없었거나, 혹 필요하다더라도 외부 인력이 투입되었음.
- ▶ 공사 완료 후에도 갯벌복원으로 인한 일자리는 만들어지지 못하였음.
- ▶ 현재 비토섬을 찾는 관광객은 연 30만명으로 추정하며 관광 방문 시기는 전어철에 집중되고 있음.
- ▶ 거북다리 갯벌 복원 후 비토섬 관광객은 70% 정도 증가하였으나 생태관광과는 연관성이 적음.

주제 4. 갯벌 생태체험 관광을 활성화

목 적: 남해안 다도해의 빼어난 다도해 절경과 고대소설 별주부류인 비토지역을 관광지로 개발하여 지역관광산업발전 및 지역경제 활성화 도모
주요시설 : 도로, 주차장, 별주부전 고전문학 체험관, 애니메이션 센터, 숙박·근린생활시설, 전망대 등
사 업 비 : 770억원

Q1. 갯벌 생태 관광지 조성을 위한 기본 시설은 무엇이 필요하다고 생각하십니까? 그리고 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 설계 과정에서 주민들과 이런 시설에 대한 협의가 있었습니까?

Q2. 갯벌 생태 관광 활성화를 위하여 관광 가이드 양성 교육, 활용 방법 등에 대한

의견을 말씀해주십시오. 그리고 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 설계 과정에서 주민들과 갯벌 생태 관광 활성화 대한 협의가 있었습니까?

Q3. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’에 대한 기타 의견을 말씀해 주십시오.

- ▶ 지역 주민들이 갯벌 복원 이후 ‘갯벌 생태체험 관광을 활성화’ 계획 수립 사실을 인지하지 못하고 있음.
- ▶ 관광객 유치를 위한 편의 시설 설치에 대한 요구가 많음(주차장 등)
- ▶ 연간 30만명의 관광객이 찾고는 있으나 관광 인프라 구성이 부족함.
- ▶ 관광객은 증가하였으나 실제 주민들의 소득 증대는 피부로 느끼지 못함.
- ▶ 갯벌 복원 지역에 갯벌 체험을 위한 부도교를 설치하였으나 운영관리 주체는 없어 방치되고 있음. 실제 체험객 방문은 없음
- ▶ 비토섬 생태관광의 하나로 ‘비토섬 별주부 축제’를 2014년부터 개최하였으며 약 4000명 정도 참가함.
- ▶ 최근 비토섬에 펜션 등 숙박 시설이 증가하고 있음.
- ▶ 갯벌 복원 사업 이후 해양관광 수요증족과 새로운 관광기반시설 구축으로 지역경제 활성화와 어업인들의 소득을 창출을 위하여 해양낚시공원을 조성·운영할 예정이었으나 위·수탁 수수료에 대한 사천시와 비토어촌계 입장 차이로 개장이 지연되고 있음.
- ▶ 장차 폐교(비토초등학교) 체험 교육관으로 리모델링하여 일자리 창출과 생태관광 활성화에 노력할 계획을 세우고 있음.
- ▶ 갯벌체험에 대한 준비는 부족함. 대부분 어촌계 양식장으로 관광객에게는 개방을 하지 않고 있음. 관광객 입장료 수입보다 바지락 생산 판매수익이 월등함.
- ▶ 해양낚시공원 조기 개장, 비토섬 축제 지원, 폐교 활성화 지원 등을 요구함
- ▶ 지역주민들은 아직 생태관광의 정의와 형태를 이해하지 못하고 있음.

Ⅲ장. 결론 및 동검 연륙도로 교량 복원 사업 정책 제안

우리나라에서는 갯벌의 중요성에도 불구하고 토지 확보가 불가피하다는 이유로 항만 건설, 산업단지 조성, 농경지 조성, 준설토 매립지 조성, 신도시 건설, 하구둑 건설을 위해 간척, 매립 등을 활발하게 진행하였다.

갯벌 등 공유수면을 간척하는 행위는 단기적인 경제발전을 위한 값싼 공유수면의 용도 변경을 하는 손쉬운 토지 확보 정책에 지나지 않는다.

이는 갯벌을 대하는 미래지향적인 시각의 부족으로, 생물다양성과 인간의 삶의 터 기준으로 본 갯벌생태계 관리 정책의 부재로 볼 수 있다. 갯벌 이용에 대한 일관성있는 장기적·체계적 관리 계획, 갯벌 생태계 조사 및 자료의 체계적 관리, 갯벌 생태계의 현명한 이용을 위한 기술 및 프로그램 개발 미흡 등의 문제를 해결하는 것이 갯벌을 비롯한 연안습지의 지속가능한 발전으로 이어질 것이며, 그 중 하나의 방법이 훼손된 갯벌의 복원이 될 수 있을 것이다.

강화군 동검도 연륙도로 교량화 사업을 통한 갯벌복원 관련한 본 연구는 갯벌 모니터링과 갯벌 복원 지역 답사를 통해 다음과 같은 결론을 얻고 정책을 제안하고자 한다.

1. 산화층 깊이와 염분 조사 결과 과거 해수 유통이 있었을 당시 비슷한 환경일 것으로 추측하였으나 남쪽 지역이 북쪽 지역에 비해 얇은 산화층, 높은 염분을 보이는 등 남쪽 지역과 북쪽지역이 산화층 깊이와 염분 차이를 보였다.
2. 니질 함량은 남쪽 지역과 북쪽 지역 관계없이 94.55%~98.95%로 모두 세립질로 구성된 단순하면서 연륙도로로 해수유통이 단절된 지역의 전형적인 퇴적상을 보이고 있다.
3. 유기물 함량은 강수가 증가한 8월에 평균 3.53%로 작은 값을 보이고 있으나 전체적으로 3.227242%~6.695677%의 값을 보이고 있다. 이는 니질 함량과 함께 연륙도로로 해수유통이 단절된 지역의 유기물질의 분해 속도가 느려지는 영향으로 볼 수 있다.

4. 월별, 정점별 출현 종은 8~11종이며 그 중 절지동물 3종(콩게, 세스랑게, 칠게), 환형동물 2종(두토막눈썸참갯지렁이, 버들갯지렁이), 유형동물 1종(끈벌레)이 반복적으로 나타나는 단순한 생물상을 보이고 있다. 특히 조사 지역에는 잠재적 유기물오염 지표종으로 알려진 버들갯지렁이(*Heteromastus filiformis*)가 우점종으로 출현하였다. 본 종은 기회주의 종의 특성을 지니고, 이 종의 대량출현은 유기물 오염의 징후를 반영할 수 있기 때문에 본 해역의 향후 유기물 오염에 대한 각별한 관리가 필요함을 시사한다.
5. 비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업의 신청 주체는 지역주민이었으며, 이유는 갯벌의 악취였다.
6. 비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업에서 지역 주민의 참여는 거의 이루어지지 않았으며 이는 갯벌 복원 목표 달성에도 영향을 미쳤다. 갯벌 복원 후 자연적인 갯벌 기능 복원으로 바지락, 굴 등 생산량은 증가하였다. 그러나 생태관광 활성화에 따른 일자리 창출과 지역 경제 활성화는 매우 미흡하였다. 이는 동검도 연륙도로 교량화 사업 목표 중 하나인 생태관광 활성화 방안과도 연계하여 계획을 수립해야 함을 시사한다.
7. 현재 동검도 연륙도로 부근 갯벌은 퇴적층 상승과 유기물 증가, 오염 지표종인 버들갯지렁이의 우점 등으로 갯벌의 기능을 상실하였다. 연륙도로 교량화 사업으로 갯벌 기능 복원 및 선착장 기능 회복, 생태 관광 활성화 목표를 달성하기 위해서는 해양수산부(2015) 갯벌 복원을 통한 미래자원화 추진 계획에 근거하여 지속적인 사업관리 및 사례분석 등을 시행하고 갯벌복원사업에 대한 모니터링을 지속적으로 실시하고, 그 결과를 다른 사업에 반영하는 등 피드백(feedback) 조치를 할 수 있도록 「갯벌 복원 지역전문가 자문회의」를 구성·운영할 것을 제안한다.
8. 본 조사는 연륙도로 교량화 사업 전 1차 조사로 사업 진행중 2차 조사와 사업 시행 완료 후 3차 조사까지 실시 후 갯벌 복원 정책 제안을 추가로 실시할 필요가 있다.

참고문헌

- 고철환. 2001. 한국의 갯벌-환경, 생물 그리고 인간. 서울대학교 출판부
- 국토해양부. 2009. 갯벌복원 추진계획 수립 및 시범사업 시행 계획(보도자료)
- 국토해양부. 2010. 갯벌복원을 위한 기술지침 및 계획수립.
- 국토해양부. 2011. 제3차 전국 무역항 기본계획 사전환경 검토서(부산항), 188
- 김동성, 민원기, 제종길. 1999. 강화도 여차리 니질 갯벌과 사질 갯벌에 서식하는
중형저서동물의 군집구조. 한국습지학회지 제 15권 제2호
- 김순래. 2013. 맵핑 기법을 이용한 강화남단 서부 갯벌 대형저서동물 군집 분석.
고려대학교 대학원 석사학위논문
- 김정률, 진영필, 1994. 생흔화석의 의미와 한국의 생흔화석 연구. 한국교원대학교
교수 논총 10(2), 305~327
- 김종명 외. 2007. 갯벌복원을 위한 모듈 개발. 한국해양환경공학회 2007년도 추계
학술대회 논문집, 127~130
- 류종성, 2005. 새만금갯벌 저서동물 군집의 대상분포 및 이를 결정하는 환경요인.
서울대 대학원 박사학위 논문, 10~91
- 우한준, 박장준, 이연규, 제종길, 최재용, 2004. 한국 서해 강화 갯벌의 퇴적물 특
성. 한국습지학회지 6, 167~178
- 임병선. 1999. 갯벌생태계의 중요성과 그 보존방안. 제20회 자연공원 세미나. 국립
공원협회. pp.95~112.
- 홍재상, 서인수, 2001. 인천 송도지역 척전갯벌 대형 저서동물의 군집생태학: 1. 군
집의 구조. 한국해양학회지 바다, 6호. pp190~200.
- 해양수산부, 2003. 갯벌생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구. BSPM
221-00-1610-3
- 해양수산부. 2005. 갯벌 생태계 복원을 위한 대형저서생물 다양성 조절인자 연구.
(주)한국연안환경생태연구소 해양수산부 과제 최종보고서
- 해양수산부. 2015. 갯벌 복원을 통한 미래자원화 추진(보도자료)

부 록 1. 생물종 약어

동물문	약명	국명	학명
환형동물 Annelida (다모류) (Polychaeta)	Prn	두토막눈썸참갯지렁이	<i>Perinereis aibuhitensis</i>
	Het	버들갯지렁이류	<i>Heteromastus filiformis</i>
연체동물 Mollusca	Nas	좁쌀무늬고둥	<i>Nassarius livescens</i>
	Cyc	가무락조개	<i>Cyclina sinensis</i>
	Gla	갈색새알조개	<i>Glaucanome chinensis</i>
	Ass	기수우렁이	<i>Assiminea japonica v. Martens</i>
		빨강기수우렁이	<i>Assiminea latericea</i>
절지동물 Arthropoda	Ily	콩게 <i>Ilyoplax</i> sp.	펼털콩게 <i>Ilyoplax pingi</i> , 털콩게 <i>Ilyoplax dentimerosa</i> , 펼콩게 <i>Ilyoplax deschampsii</i>
	Cle	세스랑게	<i>Cleistostoma dilatatum</i>
	Maj	칠게	<i>Macrophthalmus japonicus</i>
	Hel	방게 <i>Helice</i> sp.	방게 <i>Helice tridens</i> 참방게 <i>Helice tridens sheni</i> 수동방게 <i>Helicana wuana</i> 갈게 <i>Helice tientsinensis</i>
	Alp	딱총새우과	Alpheidae 긴발딱총새우 <i>Alpheus japoicus</i>
유형동물 Nemertina	Nem	끈벌레	얼룩끈벌레 <i>Amphiporus</i> 끈벌레 <i>Lineus alborostatus</i>

부 록 2. 생태계 모니터링 물리·화학적 요인 조사 결과

1. 5월 조사

정점	Surface structure	Water cov.	Sand /Mud	Slope	Water	Ox-depth (cm)	ph	염분 (psu)	온도 (℃)	Note
D1	smooth	0	mud	flat	dry	3	5.69	33	22.4	
D2	smooth	0	mud	flat	dry	3.5	5.56	34	22.8	
D3	smooth	0	mud	flat	dry	20	5.7	29	21.9	
D4	smooth	0	mud	flat	dry	20	5.72	27	22.2	수로 발달

2. 6월 조사

정점	Surface structure	Water cov.	Sand /Mud	Slope	Water	Ox-depth (cm)	ph	염분 (psu)	온도 (℃)	Note
D1	smooth	0	mud	flat	dry	2.2	5.72	32	24.2	
D2	smooth	0	mud	flat	dry	4	5.74	35	24.7	
D3	prn hump	0	mud	flat	dry	20	5.74	28	23.9	수로 깊어짐
D4	prn hump	0	mud	flat	dry	20	5.6	26	24.1	수로 발달

3. 7월 조사

정점	Surface structure	Water cov.	Sand /Mud	Slope	Water	Ox-depth (cm)	ph	염분 (psu)	온도 (℃)	Note
D1	prn hump	<20%	mud	gully	surf. film	3.1	6.59	30	27.9	수로 보이기 시작
D2	prn hump	0%	mud	flat gully	dry	2.7	6.58	30	27.1	
D3	prn hump	<20%	mud	gully	dry	20	6.54	26	28.7	수로 발달
D4	prn hump	<20%	mud	gully	dry	20	6.48	27	27.8	수로 발달

4. 8월 조사

정점	Surface structure	Water cov.	Sand /Mud	Slope	Water	Ox-depth (cm)	ph	염분 (psu)	온도 (℃)	Note
D1	rough prn hump	0%	mud	gully	dry	3.5	5.56	30	28.2	수로 발달
D2	smooth prn hump	0%	mud	flat gully	dry	3	5.64	30	28.4	
D3	smooth	0%	mud	flat gully	dry	20	5.60	25	28.0	수로 발달
D4	smooth	0%	mud	gully	dry	20	6.06	25	28.2	수로 발달

5. 9월 조사

정점	Surface structure	Water cov.	Sand /Mud	Slope	Water	Ox-depth (cm)	ph	염분 (psu)	온도 (℃)	Note
D1	smooth prn hump	0%	mud	gully	dry	2.0	5.63	29	24.7	수로 발달
D2	smooth prn hump	0%	mud	flat gully	dry	3.5	5.67	28	24.6	
D3	smooth	0%	mud	flat gully	dry	20	5.68	22	24.5	수로 발달
D4	smooth	0%	mud	gully	dry	20	5.67	23	25.0	수로 발달

부록3. 남쪽 정점(D1.2)와 북쪽 정점(D3.4)의 월별 출현종과 개체수 변화

표 36 <공계>의 정점별. 월별 개체수 변화①(ind/3m²)

Ily	D1	D2	D3	D4	월평균
5월	187	93	189	187	164.00
6월	182	126	177	436	230.25
7월	219	323	249	226	254.25
8월	271	265	199	301	259.00
9월	318	445	230	226	304.75
정점평균	235.40	250.40	208.80	275.20	

표 37 <공계>의 정점별. 월별 개체수 변화②(ind/3m²)

ILY	5월	6월	7월	8월	9월	정점 평균
D1	187	182	219	271	318	235.40
D2	93	126	323	265	445	250.40
D3	189	177	249	199	230	208.80
D4	187	436	226	301	226	275.20
월평균	164.00	230.25	254.25	259.00	304.75	

표 38 <세스랑계>의 정점별. 월별 개체수 변화①(ind/3m²)

Cle	D1	D2	D3	D4	월평균
5월	79	34	84	118	78.75
6월	54	48	53	109	66.00
7월	93	174	173	150	147.50
8월	94	71	106	154	106.25
9월	136	190	153	150	157.25
정점평균	91.20	103.40	113.80	136.20	

표 39 <세스랑계>의 정점별. 월별 개체수 변화②(ind/3m²)

Cle	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	79	54	93	94	136	91.20
D2	34	48	174	71	190	103.40
D3	84	53	173	106	153	113.80
D4	118	109	150	154	150	136.20
월평균	78.75	66.00	147.50	106.25	157.25	

표 40 <칠계>의 정점별. 월별 개체수 변화①(ind/3m²)

Maj	D1	D2	D3	D4	월평균
5월	42	20	56	61	44.75
6월	121	56	30	2	52.25
7월	64	62	93	42	65.25
8월	51	58	56	64	57.25
9월	90	84	122	114	102.50
정점평균	73.60	56.00	71.40	56.60	

표 41 <칠계>의 정점별. 월별 개체수 변화②(ind/3m²)

Maj	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	42	121	64	51	90	73.60
D2	20	56	62	58	84	56.00
D3	56	30	93	56	122	71.40
D4	61	2	42	64	114	56.60
월평균	44.75	52.25	65.25	57.25	102.50	

표 42 <두토막눈섬참갯지렁이>의 정점별. 월별 개체수 변화①(ind/3m²)

Prn	D1	D2	D3	D4	월평균
5월	76	105	130	166	119.25
6월	39	108	34	20	50.25
7월	53	61	31	8	38.25
8월	78	78	11	14	45.25
9월	78	67	28	33	51.50
정점평균	64.80	83.80	46.80	48.20	

표 43 <두토막눈섬참갯지렁이>의 정점별. 월별 개체수 변화②(ind/3m²)

Prn	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	76	39	53	78	78	64.80
D2	105	108	61	78	67	83.80
D3	130	34	31	11	28	46.80
D4	166	20	8	14	33	48.20
월평균	119.25	50.25	38.25	45.25	51.50	

표 44 <버들갯지렁이>의 정점별, 월별 개체수 변화①(ind/3m²)

Het	D1	D2	D3	D4	월평균
5월	1	5	46	90	35.50
6월	11	16	19	31	19.25
7월	6	6	99	268	94.75
8월	41	15	57	167	70.00
9월	2	3	48	195	62.00
정점평균	12.20	9.00	53.80	150.20	

표 45 <버들갯지렁이>의 정점별, 월별 개체수 변화②(ind/3m²)

Het	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	1	11	6	41	2	12.20
D2	5	16	6	15	3	9.00
D3	46	19	99	57	48	53.80
D4	90	31	268	167	195	150.20
월평균	35.50	19.25	94.75	70.00	62.00	

표 46 <유형동물>의 정점별, 월별 개체수 변화①(ind/3m²)

Nem	D1	D2	D3	D4	월평균
5월	4	7	20	21	13.00
6월	11	1	26	57	23.75
7월	5	4	16	17	10.50
8월	8	8	8	25	12.25
9월	5	4	9	16	8.50
정점평균	6.60	4.80	15.80	27.20	

표 47 <유형동물>의 정점별, 월별 개체수 변화②(ind/3m²)

Nem	5월	6월	7월	8월	9월	정점평균
D1	4	11	5	8	5	6.60
D2	7	1	4	8	4	4.80
D3	20	26	16	8	9	15.80
D4	21	57	17	25	16	27.20
월평균	13.00	23.75	10.50	12.25	8.50	

부 록 4. 대형저서동물 조사 결과

1. 5월 조사

	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
5D1	187	79	42	1	0	0	0	0	0	76	1	4
5D2	93	34	20	0	0	0	0	3	0	105	5	7
5D3	189	84	56	3	0	0	0	0	0	130	46	20
5D4	187	118	61	11	0	0	0	0	0	166	90	21

2. 6월 조사

	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
6D1	182	54	121	0	0	0	0	0	0	39	11	11
6D2	126	48	56	0	0	0	0	12	0	108	16	1
6D3	177	53	30	4	1	0	0	0	0	34	19	26
6D4	436	109	2	7	0	0	0	0	0	20	31	57

3. 7월 조사

	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
7D1	219	93	64	0	1	0	0	3	0	53	6	5
7D2	323	174	62	0	0	0	0	0	0	61	6	4
7D3	249	173	93	5	0	1	0	0	9	31	99	16
7D4	226	150	42	13	0	0	0	1	2	8	268	17

4. 8월 조사

	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
8D1	271	94	51	0	0	0	0	0	0	78	41	8
8D2	265	71	58	0	0	0	0	4	0	78	15	8
8D3	199	106	56	7	0	0	0	2	2	11	57	8
8D4	301	154	64	15	0	0	0	0	3	14	167	25

5. 9월 조사

	Ily	Cle	Maj	Bel	Alp	Nas	Cyc	Gla	Ass	Prn	Het	Nem
9D1	318	136	90	5	0	0	0	0	0	78	2	5
9D2	445	190	84	0	0	0	0	0	1	67	3	4
9D3	230	153	122	15	0	0	1	0	0	28	48	9
9D4	226	150	114	5	0	0	0	0	0	33	195	16

부 록 5. 퇴적물 조사, 중금속 함량조사 결과

1. 퇴적물 조사결과

가) 니질함량

	D1	D2	D3	D4
5월	98.12	98.11	98.74	98.62
6월	98.95	94.55	99.04	97.74
7월	95.46	98.65	98.83	99.02
8월	97.72	96.29	97.67	97.85
9월	97.95	98.22	98.45	98.52

나) 유기물 함량

	D1	D2	D3	D4
5월	4.733188	6.364614	6.370895	5.777610
6월	4.751033	6.695677	5.328550	4.667197
7월	3.547209	4.541556	5.296575	4.601325
8월	3.840570	3.227242	3.661154	4.187030
9월	4.747536	4.253632	5.017286	4.216889

2. 중금속 함량조사 결과

가) 깊이 10cm 조사 결과(농도단위 mg/kg. 건중량 기준)

	비소	카드뮴	구리	니켈	납	아연	총크롬	마그네슘	망간
D1	9.2	1.46	17.2	20.5	15.2	76.3	36.2	1381	509
D2	12.3	1.52	15.3	18.6	13.8	70.5	33.7	1400	350
D3	13.0	1.72	23.9	25.1	20.4	97.3	45.2	1831	827
D4	13.9	1.96	24.4	24.9	20.6	98.6	45.2	1692	608

나) 깊이 30cm 조사 결과(농도단위 mg/kg. 건중량 기준)

	비소	카드뮴	구리	니켈	납	아연	총크롬	마그네슘	망간
D1	10.9	1.91	22.2	25.4	20.0	92.1	44.6	1823	612
D2	14.0	1.53	19.4	22.3	17.2	82.8	40.1	1559	323
D3	13.2	1.97	24.8	25.6	20.2	97.5	45.9	1669	735
D4	15.7	2.17	29.9	29.8	25.4	111.3	52.2	1981	1189

부록 6. 사천시청 공무원 대상 설문조사지

1. 비토섬 연륙교 완공일은?
2. 갯벌복원을 위한 비토섬 연륙교 교량화 작업 기간은?
3. 갯벌복원을 위한 비토섬 연륙교 교량화 작업 완공일은?
4. 비토섬 연륙교 공사 이후 퇴적상, 저서생물 종 및 개체수 변화, 조개의 종 및 개체수 변화 등 갯벌의 변화는?
5. 비토섬 연륙교 공사 이후 갯벌의 기능은 훼손 또는 개량 여부는?
6. 비토섬 연륙교 교량화 작업 이후 퇴적상, 저서생물 종 및 개체수 변화, 조개의 종 및 개체수 변화 등 갯벌의 변화는?
7. 갯벌복원을 위한 비토섬 연륙교 교량화 작업 요청은 사천시에서 먼저 신청하였는지?
8. 신청 이유(목적) 또는 갯벌 복원으로 얻을 이익은 무엇인지?
9. 갯벌복원을 위한 비토섬 연륙교 교량화 작업 이후 퇴적상, 저서생물 종 및 개체수 변화, 조개의 종 및 개체수 변화 등 갯벌의 변화는?
10. 갯벌복원을 위한 비토섬 연륙교 교량화 작업 이후 관광객 증가는 있었는지? 있었다면 어느 정도인지?
11. 펜션 등 관광 관련 시설의 증가는?
12. 지역 경제에 미치는 영향은?(관광수입, 수산물 증가 등)
13. 복원사업을 통해 지역의 새로운 일자리는 창출되었는지? 그 종류는?
14. 생태관광지로 조성할 경우 지역경제 활성화 목적은 달성되었는지?
15. 복원사업 추진 단계에서 문제점은?
16. 갯벌복원사업은 장기간 소요되는 사업이므로 지역 NGO, 연구기관 등을 활용, 지속적인 모니터링은 실시되고 있는지?
17. 미국, 독일, 네덜란드, 일본 등 선진국의 해외 전문가와 교류를 통해 갯벌복원의 경험을 공유할 필요에 따른 워크숍·심포지움 개최 및 갯벌 공동조사 등 공동 협력사업을 추진하고, 전문가간의 교류 협력사업은 하고 있는지?
18. 복원유형이 다양한 지역별 갯벌복원사업을 지원할 수 있는 특성화된 기술개발은 무엇인지?

<p>주제 1 : 지역주민의 복원 필요성 인식</p> <p>경남 사천시 비토섬 연륙도로 복원 사업은 지역 주민들이 수차례 복원을 건의해 오다 2009년 당시 국토해양부(현 해양수산부) 갯벌복원 사업 시범지역으로 비토섬 독길이 선정되면서 독을 텃다.</p>

1. 지역주민의 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 갯벌 복원 필요성과 복원 목적은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 생물다양성 회복(어류·철새 서식처 제공, 생물 수 증가)
- ② 갯벌 가치 및 기능 복원(오염방지, 자연재해 예방 및 기후변화 조절)
- ③ 생태관광지 조성을 통한 생태관광 활성화
- ④ 포구 기능 복원, 수산물 생산량 증가, 조개 복원 등 지역 경제 활성화
- ⑤ 기타 :

2. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 을 위하여 지역 주민과 사천시청 협조는 어느 정도였습니까?

3. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 과 유사한 형태로 갯벌 복원이 이루어진 다른 지역(국. 내외) 현장을 방문해 본 경험이 있으십니까?

<p>주제 2. 갯벌 생물 복원</p> <p>연안개발로 인한 갯벌생태계 파괴와 생물종 감소 심각</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국제적으로는 지난 50년간 지구생물종의 10%가 멸종, 우리나라에서는 최근 10년간 어업생산량 약 35% 감소 - 갯벌매립과 단위 노력당 어획량, 어패류 생산량은 반비례
--

1. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 전 연륙도로 주변 어패류 생산은 어느 정도였습니까?(종류와 양)

바지락, 동죽, 짬뽕어, 굴, 갯지렁이, 물고기

2. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 전 연륙도로 주변 어패류 생산으로 얻는 수입은 어느 정도였습니까?

3. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 후 연륙도로 주변 어패류 생산량은 어느 정도 복원 되었는지요?

4. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 후 연륙도로 주변 어패류 생산량으로 얻는 수입은 어느 정도 복원되었는지요?

주제 3. 일자리 창출과 지역경제 활성화 항목

2009년 정부는 갯벌복원 추진 계획을 수립하면서 녹색 성장산업으로서의 갯벌 복원사업은 폐염전·폐양식장 등을 갯벌로 복원하거나 연륙도로를 교량화하여 해수유통을 촉진하는 사업으로, 복원사업을 통해 지역의 새로운 일자리 창출 가능(우선복원지에 809억원을 투자하고 1,350명 일자리 창출 예상)과 최근 갯벌이 생태탐방지로서 각광받고 있어 복원지역을 생태관광지로 조성할 경우 지역경제 활성화 기대(순천만의 경우 생태탐방객 증가로 연 1,000억원의 경제효과와 숙박·음식점업을 제외하고 연 700여명 고용창출 효과 창출)하고 있습니다.

1. 지역 일자리 창출 관련하여 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 공사 중 어떤 일자리가 생겼습니까?(숙박·음식점업 제외)

2. 지역 일자리 창출 관련하여 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 공사 완료 후 어떤 일자리가 생겼습니까?(숙박·음식점업 제외)

3. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 공사 완료 후 비토섬에 생태관광객 수는 어느 정도 증가하였습니까?

생태관광객	일반관광객
지역의 전통적인 문화 체험	펜션 이용, 단체 숙박객
지역의 자연물 감상	자신의 먹거리 지참
교육과 해설이 포함된 일정	가이드없이 갯벌 체험
가족, 동호회 등 소규모 집단 활동	카페 등 단순 방문객
지역 농수산물 구입, 민박 이용	

주제 4. 갯벌 생태체험 관광을 활성화	
목	적: 남해안 다도해의 빼어난 다도해 절경과 고대소설 별주부류인 비토지역을 관광지로 개발하여 지역관광산업발전 및 지역경제 활성화 도모
주요시설	: 도로, 주차장, 별주부전 고전문학 체험관, 애니메이션 센터, 숙박·근린생활시설, 전망대 등
사업비	: 770억원

1. 갯벌 생태 관광지 조성을 위한 기본 시설은 무엇이 필요하다고 생각하십니까?
그리고 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 설계 과정에서 주민들과 이런 시설에 대한 협의가 있었습니까?

협의회 참여 : 주민설명회 참석, 자문위원회 참석, 모니터링 참여
 협의 내용 : 도로 개선, 해안도보 여행길, 주차장, 갯벌 체험관(방문자 센터), 휴식 공간(카페, 빵집 등), 숙박·근린생활시설, 전망대(봉화대 이용), 캠핑장(오토 캠핑장 포함), 마을 슈퍼, 비토섬 이야기 만들기 등

2. 갯벌 생태 관광 활성화를 위하여 관광 가이드 양성 교육, 활용 방법 등에 대한 의견을 말씀해주십시오. 그리고 ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’ 설계 과정에서 주민들과 갯벌 생태 관광 활성화 대한 협의가 있었습니까?

가이드 양성, 유료 가이드 상근 배치, 교육·관광 프로그램 개발

3. ‘비토섬 연륙도로 교량화 복원 사업’에 대한 기타 의견을 말씀해 주십시오.

사업 평가, 개선되어야 할 점, 만족 한 점, 지자체에 건의 할 내용 등

설문에 응답해 주셔서 감사합니다. 강화중,여자중학교 ‘생태광장’ 일동 배상